

**PENGARUH PAPARAN MIKROPLASTIK TERHADAP ENZIM
PROTEASE PADA BENIH IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)**

SKRIPSI

Oleh:

DIAN RAMADHANI WIBOWO
NIM. 175080507111019



PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021

**PENGARUH PAPARAN MIKROPLASTIK TERHADAP ENZIM
PROTEASE PADA BENIH IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

**DIAN RAMADHANI WIBOWO
NIM. 175080507111019**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**

SKRIPSI

PENGARUH PAPARAN MIKROPLASTIK TERHADAP ENZIM PROTEASE PADA BENIH IKAN LELE (*Clarias gariepinus*)

Oleh:

DIAN RAMADHANI WIBOWO
NIM. 175080507111019

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 7 Juli 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Pembimbing 1

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 2



Dr. Ir. Mohamad Fadjar, M.Sc.
NIP. 19621014 198701 1 001
Tanggal: 7/16/2021



Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc.
NIP. 19780625 200501 2 002
Tanggal: 7/16/2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan

Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan



Dr. Ir. M. Firdaus, M.P.
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal: 7/18/2021

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dian Ramadhani Wibowo

NIM : 175080507111019

Judul Skripsi : Pengaruh Paparan Mikroplastik terhadap Enzim Protease pada Benih Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)


Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini merupakan payung penelitian Dr. Ir. Mohamad Fadjar, M.Sc. melalui Hibah Doktor Lektor Kepala FPIK

UB tahun 2021, baik untuk naskah, tabel, gambar maupun ilustrasi lainnya yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi. Jika terdapat karya/pendapat/ penelitian dari orang lain, maka saya telah mencantumkan sumber yang jelas dalam daftar pustaka.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Brawijaya, Malang.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa adanya paksaan dari pihak manapun.

Malang, 7 Juli 2021


Dian Ramadhani Wibowo
NIM.175080507111019

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : Pengaruh Paparan Mikroplastik terhadap Enzim Protease
Benih Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Nama Mahasiswa : Dian Ramadhani Wibowo

NIM : 175080507111019

Program Studi : Budidaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING:

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Mohamad Fadjar, M.Sc.

Pembimbing 2 : Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc.

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S.

Dosen Penguji 2 : Rani Yuwanita, S.Pi, M.P.

Tanggal Ujian : 7 Juli 2021



UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Wibowo Soemadi (alm) dan Ibu Ir. Sarwati, Peni Ismiati, Esti Lestari, Yuwono Wibowo serta seluruh keluarga besar yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan secara materiil kepada penulis,
3. Bapak Dr. Ir. Mohamad Fadjar, M.Sc. dan Ibu Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc. selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan dan dukungan dalam penulisan skripsi.
4. Ibu Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, M.S. dan Ibu Rani Yuwanita, S.Pi, M.P. selaku dosen penguji skripsi yang memberi kritik dan saran untuk penulisan skripsi.
5. Muhammad Fajar Shidqi Mubarak Bassama yang selalu memberikan dukungan, bantuan serta semangat dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
6. Tim Skripsi Mikroplastik dan Lele (Akbar, Anggita, Wahyu, Yola, Fuad, Rara, Santia) yang telah membantu penulis selama pengambilan data dan penulisan skripsi.
7. Bapak Muchlis Zainudin A, A.Md dan Ibu Reni Astuti, A.Md atas dukungan peralatan dan bimbingan saat di Laboratorium Reproduksi Ikan pada saat penelitian.
8. *Inner circle* (Aziz, Mayang, Elma, Lulu dan Rafly) yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan laporan skripsi.

9. Rino Alisandri, S.Pi dan Rahmatulloh Arifin, S.Pi yang selalu memberikan semangat dan masukan dalam penulisan skripsi.

10. Teman – teman Aquaorca 2017 atas semangat dan dukungan yang telah diberikan.

11. Seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan laporan skripsi.



RINGKASAN

DIAN RAMADHANI WIBOWO. Pengaruh Paparan Mikroplastik terhadap Enzim Protease Benih Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) (di bawah bimbingan Bapak **Dr. Ir. Mohamad Fadjar, M.Sc.** dan Ibu **Dr. Yunita Maimunah, S.Pi, M.Sc.**)

Perikanan budidaya memiliki potensi lahan sebesar 17,92 juta ha secara nasional dengan potensi budidaya air tawar sebesar 2,83 juta ha. Budidaya lele yang mengalami peningkatan setiap tahunnya mengakibatkan lele banyak dibudidayakan. Jenis ikan lele yang banyak dibudidayakan dan ditemui di pasaran di Indonesia adalah ikan lele Afrika/Dumbo (*Clarias gariepinus*) karena mudah dibudidayakan serta memiliki rasa yang enak dan gizi yang tinggi. Permasalahan dalam budidaya adalah adanya limbah seperti plastik, baik dalam bentuk makro maupun mikro. Mikroplastik dalam tubuh organisme dapat menyebabkan stress, metabolisme terganggu, kerusakan hati, ginjal, insang dan organ vital lainnya. Salah satu dampak adanya mikroplastik dalam saluran pencernaan suatu organisme adalah perubahan aktivitas enzim pencernaan. Apabila kondisi saluran pencernaan pada ikan kurang baik, maka produksi enzim pencernaan sangat rendah sehingga penyerapan nutrisi belum bekerja secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paparan Mikroplastik dalam pakan ikan lele (*C. gariepinus*) terhadap Enzim Protease Benih Ikan Lele (*C. gariepinus*).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2020 sampai Februari 2021 di Laboratorium Budidaya Ikan, Divisi Reproduksi Ikan, dan Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perairan, Divisi Perekayasaan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menggunakan RAL (Rancangan Acak Lengkap) 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan paparan mikroplastik dilakukan dengan dosis A (5% mikroplastik dalam pakan), B (10% mikroplastik dalam pakan), C (15% mikroplastik dalam pakan) dan K (0% mikroplastik dalam pakan) sebagai perlakuan kontrol. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari dengan 2 kali pengambilan data uji aktivitas enzim protease. Pengambilan data pertama dilakukan pada hari pertama penelitian yang digunakan sebagai kontrol dan data pembandingan perubahan yang terjadi karena paparan mikroplastik. Data kedua diambil pada hari ke-30 pemeliharaan.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa paparan mikroplastik dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap aktivitas enzim protease benih ikan lele (*C. gariepinus*). Hasil penelitian menunjukkan nilai aktivitas enzim protease tertinggi terdapat pada perlakuan B dengan dosis mikroplastik 10% dan mendapatkan nilai rata-rata 0,146 μ mol tirosin g/ml/menit sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan A dengan dosis mikroplastik 5% dengan nilai rata-rata 0,06 μ mol tirosin g/ml/menit. Hal ini menandakan bahwa ikan lele merespon adanya benda asing berupa mikroplastik yang masuk ke dalam pencernaan sehingga menyebabkan aktivitas enzim menjadi tinggi karena digunakan untuk mencerna makanan yang terpapar mikroplastik.

Kata Kunci: Enzim Protease, Ikan Lele, Mikroplastik, Pencernaan.

SUMMARY

Aquaculture has 17.92 million ha of potential land with 2.83 million ha among it is potential to fresh water aquaculture. Catfish aquaculture that increasing every year resulting catfish become more considerable to cultivate. Currently, catfish type that widely cultivated and found in the market in Indonesia is African catfish (*Clarias gariepinus*) because its cultivation is easy and also has delicious taste with high nutrition. One of the aquaculture problems is the wastes, such as plastic in the form of macroplastic and microplastic. Microplastics that found in organism body can cause stress; impaired metabolisms; liver, kidney, gill, or other organ damage. One of the effects from microplastics presence on digestive track is digestive enzyme activities change. If digestive track of fish is on bad condition, production of digestive enzyme will be so low that can lead into nutrition absorption become not optimal. This research aim is to determine the effect of microplastics exposure in feed into protease enzyme of catfish fry (*C. gariepinus*).

This research was conducted from November 2020 to February 2021 at Fish Cultivation Laboratory, Fish Reproduction Division and Aquatic Products Science Technology Laboratory, Fishery Product Engineering Division of Fisheries and Marine Science Faculty, Brawijaya University. This research used experimental method with 4 treatments and 3 replications of CRD (Completely Randomized Design). Microplastic exposure treatment done by A treatment (5% microplastic in feed), B treatment (10% microplastic in feed), C treatment (15% microplastic in feed) and K treatment (0% microplastic in feed) as control. Fishes were cultivated for 30 days and data collection of protease enzyme activities test performed twice. The first data was taken on the first day of treatments used as control and comparison data for changes that occur due to exposure to microplastics. The second data was taken on the 30th day of treatments.

The conclusion based on this research result was protease enzyme activities on catfish fry (*C. gariepinus*) were affected by exposure of microplastics with different doses. The result showed that the highest value of protease enzyme activities was found on B treatment with 10 % microplastics dose and got 0.146 μ mol tirosin g/ml/min on average. Meanwhile, the lowest value was found on A treatment with 5% microplastics dose and got 0.06 μ mol tirosin g/ml/min on average. The result indicated that the catfish respond to foreign objects such as microplastics that go into their digestive system, and it causing increasing enzyme activities because catfish used this enzyme to digest feed that exposed with microplastics.

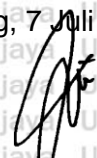
Keyword: Catfish, Digestive System, Microplastics, Protease Enzyme

KATA PENGANTAR

Penulisan laporan skripsi yang berjudul "Pengaruh Paparan Mikroplastik terhadap Enzim Protease Benih Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)" dilakukan karena penggunaan plastik secara terus menerus di Indonesia menimbulkan sampah plastik yang sulit terurai dan didaur ulang sehingga sampah plastik tersebut dapat masuk kedalam perairan menjadi berbagai ukuran. Plastik yang berukuran mikro <5 mm dapat berasal dari limbah rumah tangga maupun industri masuk melalui sungai lalu menuju ke laut yang dapat menyebabkan perairan menjadi toksik dan dapat mempengaruhi pencernaan organisme perairan khususnya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*). Maka dari itu penulis ingin mengetahui pengaruh dari paparan mikroplastik terhadap enzim protease pada benih ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dari laporan skripsi ini, baik dari materi maupun teknik penyajiannya, mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Penulis mengharapkan laporan ini bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan agar lebih baik untuk kedepannya.

Malang, 7 Juli 2021


Dian Ramadhani Wibowo
NIM. 175080507111019

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN.....	viii
----------------	------

SUMMARY.....	ix
--------------	----

KATA PENGANTAR.....	x
---------------------	---

DAFTAR ISI.....	xi
-----------------	----

DAFTAR TABEL.....	xiii
-------------------	------

DAFTAR GAMBAR.....	xiv
--------------------	-----

DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
----------------------	----

BAB I. PENDAHULUAN.....	1
-------------------------	---

1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Hipotesis.....	4
1.5 Manfaat.....	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
-------------------------------	---

2.1 Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele (<i>Clarias gariepinus</i>).....	5
2.1.2 Habitat Ikan Lele (<i>C. gariepinus</i>).....	6
2.1.3 Makanan dan Kebiasaan Makan Ikan Lele (<i>C. gariepinus</i>).....	7
2.1.4 Sistem Pencernaan Ikan Lele Dumbo.....	7
2.1.5 Enzim Pencernaan Ikan Lele Dumbo.....	8
2.2 Mikroplastik.....	9
2.2.1 Polistirena.....	11
2.3 Enzim.....	12
2.3.1 Enzim Protease.....	13
2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim.....	13

BAB III. METODE PENELITIAN.....	15
---------------------------------	----

3.1 Waktu dan Tempat.....	15
3.2 Materi Penelitian.....	15
3.2.1 Alat Penelitian.....	15
3.2.2 Bahan Penelitian.....	16
3.3 Kerangka Umum Penelitian.....	17
3.4 Metode Penelitian.....	18
3.5 Metode dan Rancangan Penelitian.....	18
3.5.1 Metode Pengambilan Data.....	18

3.6	Prosedur Penelitian	20
3.6.1	Prosedur Persiapan Penelitian	20
3.6.2	Prosedur Pelaksanaan Penelitian	22
3.7	Parameter Uji	23
3.7.1	Parameter Utama	23
3.7.2	Parameter Penunjang	24
3.8	Analisa Statistika	24
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Aktivitas Enzim Protease	25
4.2	Kualitas Air	27
4.2.1	Suhu	28
4.2.2	DO (<i>Dissolved oxygen</i>)	28
4.2.3	Derajat Keasaman (pH)	29
4.2.4	Amonia	29
4.2.5	Nitrit	30
4.2.6	Nitrat	30
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN		32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	32
DAFTAR PUSTAKA		33
LAMPIRAN		39

DAFTAR TABEL

Tabel

Halaman

Tabel 1. Alat Penelitian dan Fungsinya 15

Tabel 2. Bahan dan Fungsinya 16

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Enzim Protease Benih Ikan Lele (*C. gariepinus*) 25



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Ikan Lele Dumbo (<i>Clarias gariepinus</i>).....	5
Gambar 2. Klasifikasi Mikroplastik.....	10
Gambar 3. Tipe mikroplastik yang ditemukan di perairan a) film, b) monofilament, c) fiber, d) fragmen.....	11
Gambar 4. Mikroplastik Polistirena (PS) dengan ukuran 0,1 μm	12
Gambar 5. Skema Tahapan Penelitian.....	17
Gambar 6. Denah Desain Rancangan Penelitian dengan Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL).....	20
Gambar 7. Grafik Batang Aktivitas Enzim Protease.....	25



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.....	39
Lampiran 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.....	42
Lampiran 3. Skema Prosedur Penelitian.....	45
Lampiran 4. Data Perhitungan Hasil Uji Aktivitas Enzim Protease Menggunakan SPSS 25	46
Lampiran 5. Data Kualitas Air	49



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia memiliki luas wilayah yang didominasi oleh luas perairan (Muslim et al. 2020). Hal ini menyebabkan industri perikanan di Indonesia menjadi potensial untuk digeluti, dari segi perikanan tangkap maupun perikanan budidaya (Sunardi et al. 2020). Budidaya perikanan atau yang lebih dikenal dengan budidaya perairan merupakan kegiatan melakukan produksi pada biota perairan atau secara umum dalam wadah dalam kondisi yang terkontrol (Sahfitri, 2018). Secara nasional, perikanan budidaya memiliki potensi lahan sebesar 17,92 juta ha yang terdiri dari 2,83 juta ha potensi budidaya air tawar, 2,96 juta ha budidaya air payau dan 12,12 juta ha budidaya laut (Arrazy & Primadini, 2021).

Salah satu spesies air tawar yang memiliki potensi untuk dibudidayakan adalah ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). Ikhsan et al. (2018) melaporkan bahwa produksi ikan lele mengalami peningkatan tiap tahunnya. Lele relatif memiliki masa tunggu panen yang singkat dan tidak memerlukan banyak perawatan. (Negara et al. 2015) menambahkan bahwa faktor yang mempengaruhi pesatnya perkembangan lele dumbo di Indonesia antara lain karena rasa dagingnya yang enak, harga terjangkau, memiliki kandungan gizi yang tinggi, pertumbuhan yang relatif cepat dan mudah bereproduksi. Zulisyanto, D. et al. (2016) menyebutkan bahwa jumlah produksi ikan lele nasional mengalami kenaikan rata-rata sebesar 26,43% tiap tahunnya.

Air menjadi komponen penting dalam budidaya karena digunakan sebagai media hidup hewan budidaya. Sumber air yang digunakan untuk budidaya air tawar biasanya menggunakan sumber air utama seperti danau, waduk, sungai, rawa-rawa atau saluran irigasi (Ghufron & Kordi, 2010). Namun pemanfaatan

sumber air ini beresiko tinggi terhadap pencemaran baik limbah industri dan rumah tangga bagi usaha budidaya yang dilakukan. Salah satu contoh limbah yang banyak ditemukan di perairan yaitu sampah plastik. Sampah plastik menjadi permasalahan yang tak kunjung habis untuk dibahas. Indonesia menduduki peringkat ke-2 dunia setelah Cina sebagai penghasil sampah plastik di perairan yang mencapai 187,2 ton (Purwaningrum, 2016). Sampah plastik yang ditemukan di perairan memiliki berbagai macam kategori ukuran mulai dari kecil sampai besar. Sampah plastik berukuran besar seperti jaring dan benang pancing dapat menyebabkan hewan-hewan terbelit. Sampah plastik yang lebih kecil seperti tutup botol, korek api, pellet plastik, styrofoam dapat tertelan oleh organisme perairan sehingga menyebabkan penyumbatan intestine serta berpotensi menyebabkan keracunan bahan kimia (Victoria, 2017).

Sampah plastik yang tertelan hewan organisme perairan khususnya ikan dapat menyebabkan berbagai kerusakan organ dan dapat mengganggu aktivitas enzim pencernaan. Lusher et al. (2017) melaporkan bahwa plastik dalam tubuh organisme dapat menyebabkan stress, kerusakan organ vital seperti hati, ginjal dan insang serta metabolisme terganggu. Zakiyul Fikri et al. (2014) menyebutkan bahwa kemampuan ikan dalam mencerna makanan bergantung pada kelengkapan organ pencernaan dan ketersediaan enzim pencernaan. Jenis pakan dan kandungan nutrisi dari pakan yang diberikan dapat memberi pengaruh terhadap aktivitas enzim pencernaan. Apabila kondisi saluran pencernaan pada ikan kurang baik, maka produksi enzim pencernaan sangat rendah sehingga penyerapan nutrisi belum bekerja secara optimal. Rendahnya aktivitas enzim dan ketiadaan salah satu atau beberapa enzim pencernaan akan berpengaruh pada daya cerna ikan.

Penelitian mengenai mikroplastik sudah banyak dilakukan tetapi masih terfokus pada penelitian mikroplastik di laut dan masih sedikit yang membahas

mengenai mikroplastik di lingkungan perairan tawar. Dampak mikroplastik di perairan tawar pada organisme akuatik tidak dapat dianggap remeh terutama dampak terhadap aktivitas enzim di dalam tubuh organisme tersebut. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai pengaruh paparan mikroplastik yang diberikan secara *in vivo* kedalam pakan ikan terhadap enzim protease pada benih ikan lele (*C. gariepinus*).

1.2 Rumusan masalah

Usaha budidaya ikan lele semakin meningkat setelah masuknya ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) ke Indonesia. Faktor yang mendasari pesatnya perkembangan budidaya lele dumbo antara lain memiliki rasa yang enak, harga terjangkau, kandungan gizi tinggi, pertumbuhan yang relatif cepat dan mudah berkembang biak. Selain itu karena ikan lele dumbo dapat dibudiyakan pada lahan dan sumber air yang terbatas dengan padat tebar yang tinggi (Supriyanto & Wiwoho, 2017). Sifat Ikan lele yang toleran terhadap mutu air yang kurang baik, dan relatif tahan terhadap penyakit menyebabkan ikan lele cocok digunakan sebagai hewan uji (Retnowati *et al.* 2020). Kualitas air menjadi hal penting untuk diperhatikan saat melakukan budidaya. Salah satu limbah di perairan yang sering dijumpai yaitu sampah plastik. Sampah plastik dapat dibedakan menjadi makroplastik dan mikroplastik.

Keberadaan mikroplastik di perairan berpotensi termakan oleh biota perairan mulai dari organisme yang kecil seperti zooplankton hingga ke tropik level yang lebih tinggi. Penelitian terkait komposisi ukuran sampah plastik telah dilakukan di beberapa lokasi seperti di Sungai Saigon, Vietnam, dan sepanjang pantai Portugis.

Penelitian yang secara umum menganalisis keberadaan sampah plastik di perairan tawar khususnya di Indonesia sendiri belum banyak dipublikasikan (Yona *et al.* 2020). Maka penelitian mengenai paparan mikroplastik terhadap enzim

protease pada benih ikan lele perlu dilakukan untuk mengetahui bagaimana dampaknya yang nantinya dapat digunakan sebagai referensi pembudidaya untuk meningkatkan profit dan produksi budidayanya.

Rumusan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh paparan mikroplastik dengan dosis berbeda pada pakan ikan terhadap aktivitas enzim protease pada benih ikan lele (*C. gariepinus*)?
2. Berapa nilai aktivitas enzim protease yang terbaik pada *intestine* benih ikan lele (*C. gariepinus*) yang diberi paparan mikroplastik dengan dosis berbeda?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh paparan mikroplastik dalam pakan ikan lele dumbo (*C. gariepinus*) terhadap aktivitas enzim protease pada benih ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang mendasari penelitian ini yaitu:

H_0 : Diduga pemberian mikroplastik tidak berpengaruh terhadap aktivitas enzim protease pada benih ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

H_1 : Diduga pemberian mikroplastik berpengaruh terhadap aktivitas enzim protease pada benih ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

1.5 Manfaat

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu sebagai informasi mengenai pengaruh paparan mikroplastik dengan dosis yang berbeda terhadap aktivitas enzim protease pada benih ikan lele dumbo (*C. gariepinus*).

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Ikan Lele (*Clarias gariepinus*)

Amri dan Khairuman (2008), menunjukkan bahwa klasifikasi ikan lele dumbo adalah sebagai berikut:

Filum : Chordata
 Kelas : Actinopterygii
 Ordo : Ostariophysi
 Sub Ordo : Silarioidei
 Famili : Clariidae
 Genus : *Clarias*
 Spesies : *Clarias gariepinus*



Gambar 1. Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa tubuh ikan lele dumbo tidak bersisik, licin dan berlendir. Apabila terkena sinar matahari, warna tubuhnya akan menjadi pucat dan apabila terkejut atau kaget warna tubuhnya berubah menjadi loreng seperti mozaik hitam putih. Lele dumbo memiliki bentuk mulut yang relatif lebar dan memiliki delapan buah kumis. Fungsi dari kumis pada lele dumbo yaitu sebagai alat peraba dan mencari makan. Lele dumbo memiliki tiga buah sirip

tunggal antara lain sirip dorsal, sirip kaudal dan sirip anal. Selain itu lele dumbo juga memiliki sirip berpasangan yaitu sirip ventral dan sirip pektoral. Terdapat sirip yang keras dan runcing atau yang lebih dikenal dengan patil pada bagian sirip pektoral yang berfungsi sebagai perlindungan diri dan alat bantu gerak (Amri dan Khairuman, 2008).

2.1.2 Habitat Ikan Lele (*C. gariepinus*)

Lele dumbo memiliki habitat asli di perairan tawar seperti rawa-rawa, danau, dan sungai-sungai yang berair pada musim hujan dan kering sebagian pada musim kemarau di daerah asalnya, Afrika. Ikan lele lebih menyukai perairan tenang, dangkal dan terlindung sehingga memiliki kebiasaan membuat atau menempati lubang-lubang di tepi sungai atau kolam. Sebagai hewan nokturnal, ikan lele lebih menyukai tempat yang gelap, agak dalam dan teduh. Ikan lele akan berdiam diri di tempat-tempat yang gelap pada siang hari. Ikan lele dapat beradaptasi pada lingkungan dengan kualitas air yang buruk (AgroMedia, 2007).

Lele juga dapat ditemukan pada sungai yang tidak terlalu deras atau perairan tenang, seperti danau, waduk, telaga, rawa serta genangan kecil. Ikan lele dapat hidup pada perairan yang minim oksigen. Hal ini karena ikan lele memiliki organ pernapasan tambahan (*aborescent*) yang memungkinkan pengambilan oksigen dari udara di luar air. Ikan lele memiliki toleransi yang cukup luas terhadap pencemaran bahan-bahan organik sehingga dapat hidup di saluran air yang kotor namun tidak dapat hidup pada air yang mengandung zat kimia seperti air sabun, detergen dan bahan racun lainnya. Ikan lele dapat tumbuh optimal pada dataran rendah sampai daerah perbukitan yang tidak terlalu tinggi.

Pertumbuhannya akan melambat apabila suhu di bawah 20°C. Ikan lele dapat tumbuh optimal pada perairan dengan kandungan oksigen terlarut 4 mg/liter,

kandungan CO₂ antara 0-10 mg/liter, pH berkisar antara 6-8 dan suhu antara 26-29°C (Suryaningsih, 2014).

2.1.3 Makanan dan Kebiasaan Makan Ikan Lele (*C. gariepinus*)

Lele, biasa makan di dasar perairan atau kolam (*bottom feeder*) dan digolongkan sebagai hewan karnivora (pemakan daging). Hal ini mengakibatkan lele dapat tumbuh dengan baik apabila diberi pakan tambahan yang mengandung protein hewani. Lele juga bersifat kanibalisme sehingga tidak jarang memakan sesama saat kekurangan pakan. Sebagai hewan nokturnal, lele mencari makan pada malam hari namun untuk kegiatan budidaya maka lele dapat dibiasakan diberi pakan pada pagi atau siang hari walaupun nafsu makannya tidak setinggi ketika diberi pakan pada malam hari (Mahyudin, 2013). Lele dumbo sangat agresif dalam memangsa makanan karena memakan apapun yang diberikan dengan lahap. Hal ini lah yang menyebabkan lele dumbo sangat cepat pertumbuhannya (Bachtiar, 2006).

Lele tergolong kedalam ikan karnivora sehingga dapat memakan limbah rumah tangga atau limbah dapur yang berupa sisa-sisa benda busuk seperti bangkai binatang. Lele juga dapat mengonsumsi limbah peternakan seperti bangkai ayam dan kotoran ayam. Sedangkan pakan alami lele yaitu binatang-binatang renik seperti kutu air dari golongan *Daphnia*, *Cladocera* dan *Copepoda*. Selain itu, lele juga memakan larva jentik nyamuk, siput-siput kecil atau berbagai jenis cacing. Lele yang sudah dibudidayakan biasanya diberi pakan buatan seperti pelet (Khairuman & Amri, 2000).

2.1.4 Sistem Pencernaan Ikan Lele Dumbo

Pencernaan merupakan suatu proses yang terjadi secara terus-menerus yang berawal dari pengambilan makanan dan berakhir dengan pembuangan sisa makanan. Pakan akan dicerna dalam saluran pencernaan. Saluran pencernaan

ikan lele terdiri dari mulut, rongga mulut, esofagus, lambung, *intestine* dan dubur.

Ikan lele memiliki *intestine* yang lebih pendek dibandingkan dengan panjang badannya dengan lambung yang relatif besar dan panjang. Hal ini menunjukkan ciri khas dari ikan karnivora. Sedangkan kelenjar pencernaan lele terdiri dari hati dan kantung empedu. Ikan lele memiliki sungut di sekitar mulut yang berfungsi sebagai pendeteksi makanan. Sungut dapat ditemukan pada ikan yang aktif mencari makan pada malam hari (nokturnal) (Mahyudin, 2013).

2.1.5 Enzim Pencernaan Ikan Lele Dumbo

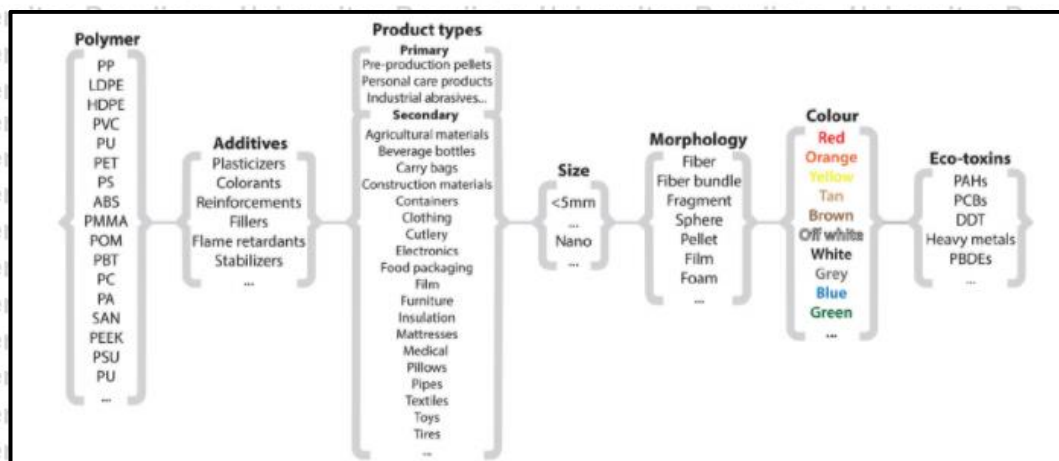
Enzim memiliki peran penting dalam seluruh reaksi biokimia di dalam sel mikroorganisme, tanaman, hewan dan manusia. Enzim berperan sebagai biokatalisator untuk mempercepat reaksi kimia tanpa mengalami perubahan secara permanen (Sutrisno, 2017). Enzim memiliki kemampuan katalitik yang sangat besar yaitu hingga 1.000.000 kali lebih cepat dibandingkan reaksi tanpa enzim. Selain itu, enzim juga memiliki spesifitas terhadap substrat dari reaksi yang dikatalisnya (Risnawati & Cahyaningrum, 2013). Aktivitas enzimatik dipengaruhi oleh ukuran, umur, organ spesifik ikan selama masa pertumbuhan serta musim. Peningkatan aktivitas enzim pencernaan selaras dengan pertumbuhan ikan. Enzim protease, amilase dan lipase merupakan indikator biologis yang menunjukkan kesesuaian jenis pakan yang dikonsumsi dengan daya cerna (Aslianti & Afifah, 2012).

Tiga enzim utama yang berperan dalam pencernaan ikan yaitu enzim protease, lipase dan amilase. Enzim protease merupakan enzim yang mengkatalis pemutusan ikatan peptida pada protein (Efendi *et al.* 2017). Enzim lipase merupakan kelompok enzim hidrolase yang berfungsi untuk menghidrolisis triasilgliserol menjadi asam lemak, diasilgliserol, monoasilgliserol dan gliserol. Keaktifan enzim lipase pada sistem pencernaan ikan sangat dipengaruhi oleh

kadar protein yang terdapat dalam pakan ikan. (Mardina *et al.* 2018; Marzuqi *et al.* 2019; Ramlah *et al.* 2016) menyatakan bahwa enzim amilase merupakan enzim yang menghidrolisis karbohidrat. Amilase secara bertahap akan menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida yang siap untuk diserap tubuh. Enzim amilase pada ikan terdapat di dalam lambung, pankreas, dan intestine. Kemampuan ikan untuk memanfaatkan karbohidrat tergantung pada kemampuan organ pencernaan dalam menghasilkan enzim amilase.

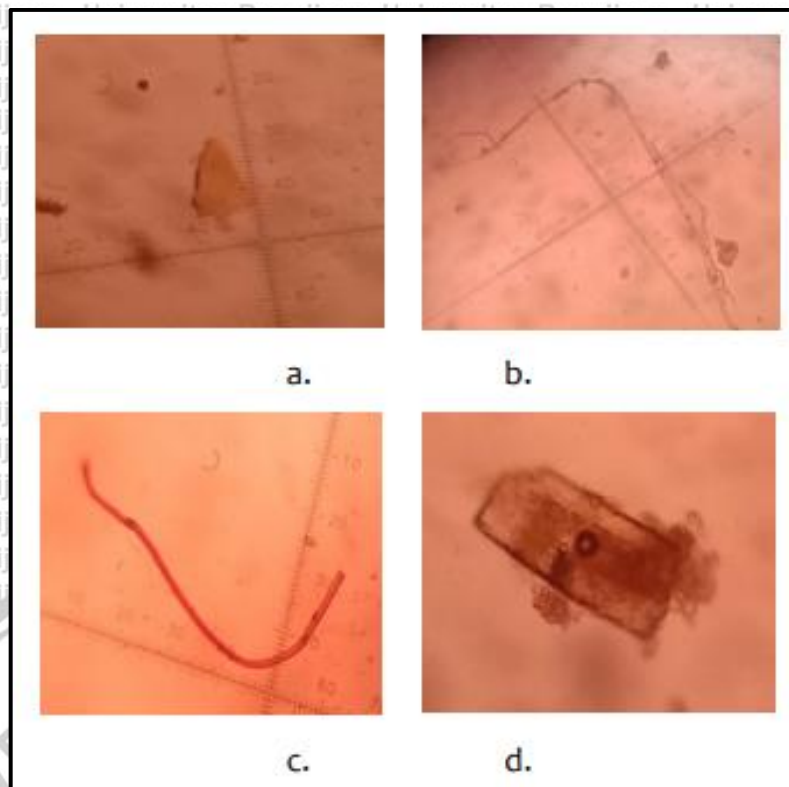
2.2 Mikroplastik

Plastik merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan oleh manusia. Pengaplikasian plastik sangat luas, baik dalam kegiatan sehari-hari maupun dalam hal komersial. Produksi plastik meningkat secara signifikan sejak tahun 1950an. Penggunaan plastik secara global ini mengakibatkan banyaknya sampah plastik di daratan maupun di perairan. Secara umum, proses dekomposisi plastik berlangsung sangat lambat. Plastik membutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar terdegradasi menjadi mikroplastik dan nanoplastik melalui berbagai proses fisik, kimiawi maupun biologis. Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. Kehadiran mikroplastik sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis dan sifat-sifat lainnya (Victoria, 2017). Mikroplastik memiliki ukuran partikel dengan rentang ukuran 0,3 mm - <5 mm. Mikroplastik dengan ukuran partikel <5 mm sudah banyak teridentifikasi di wilayah perairan seluruh dunia (Ayuangtyas *et al.* 2019). Klasifikasi mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Klasifikasi Mikroplastik (Rochman *et al.* 2019)

Mikroplastik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis antara lain fragmen, fiber, film dan monofilament. Mikroplastik jenis fragmen memiliki bentuk pecahan atau patahan dari plastik yang lebih besar, beraturan dan lebih tebal yang berasal dari pertokoan atau warung makan antara lain kantong-kantong plastik yang berukuran besar atau kecil, kemasan makanan siap saji dan botol minuman plastik. Mikroplastik jenis fiber merupakan sampah mikro yang biasanya berasal dari kegiatan nelayan seperti kapal dan jaring. Mikroplastik jenis ini memiliki bentuk seperti benang tipis serta memanjang. Mikroplastik jenis monofilament memiliki bentuk seperti untaian benang transparan, tipis, memanjang dan pada bagian ujungnya bercabang yang berasal dari jaring nelayan, tali, kain sintetis dan limbah cucian. Mikroplastik jenis film memiliki bentuk seperti pecahan benda, tipis dan transparan yang berasal dari kantong plastik atau kemasan plastik (Adisaputra, 2021). Tipe mikroplastik disajikan pada Gambar 3.

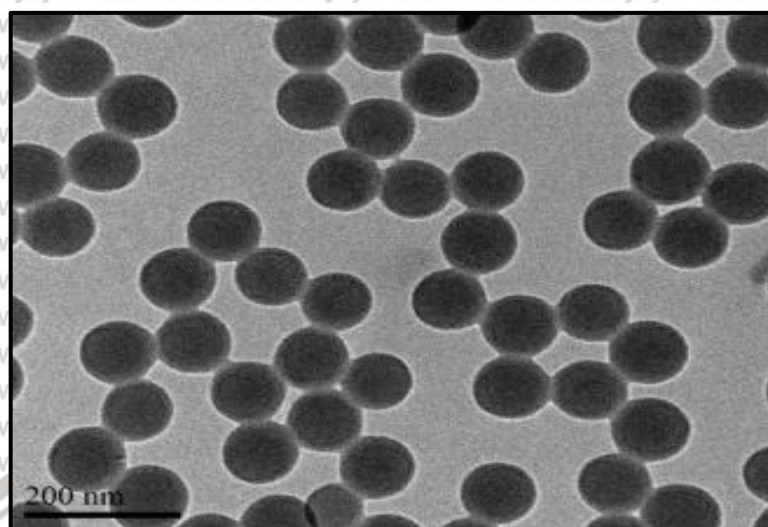


Gambar 3. Tipe mikroplastik yang ditemukan di perairan. a) film, b) monofilament, c) fiber, d) fragmen (Adisaputra, 2021)

2.2.1 Polistirena

Kemasan plastik antara lain Polietilen Tereftalat (PET), Polivinil Clorida (PVC), Polietilen (PE), Polistirena (PS), Polikarbonat (PC) dan melanin. Polistirena (PS) merupakan polimer hidrofobik sintesis dengan berat molekul tinggi yang termasuk dalam jenis thermoplastic. Polistirena dapat didaur ulang namun susah untuk terdegradasi. Waktu minimal untuk polistirena terdegradasi secara alami adalah 500 tahun (Karmila et al. 2021). Polistirena memiliki densitas yang rendah dan porositas yang tinggi. Salah satu produk turunan polistirena yaitu styrofoam. Styrofoam merupakan jenis polimer termoplas yang banyak digunakan sebagai penahan getaran dan bahan pelindung barang. Styrofoam umumnya berwarna putih dan kaku yang sering digunakan sebagai kotak pembungkus makanan. Sifat fleksibel, praktis dan mudah digunakan dari styrofoam membuat penggunaannya

semakin meningkat (Ela et al. 2016; Satriyatama et al. 2019). Mikroplastik jenis polistirena yang berasal dari styrofoam dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Mikroplastik Polistirena (PS) dengan ukuran 0,1 μm (Ding, et al. 2018)

2.3 Enzim

Enzim merupakan molekul biopolimer yang tersusun dari serangkaian asam amino dalam komposisi dan susunan rantai yang teratur dan tetap. Enzim dihasilkan oleh semua makhluk hidup untuk mengkatalisasi reaksi biokimia dalam tubuh sehingga reaksi-reaksi dapat berlangsung lebih cepat (Wijaya et al. 2017).

Enzim dapat mempercepat suatu reaksi tanpa ikut bereaksi (Permata et al. 2016).

Perkembangan enzim pencernaan mengikuti perkembangan struktur pencernaan.

Aktivitas enzim pencernaan merupakan suatu indikator yang baik untuk menentukan kapasitas pencernaan. Aktivitas enzim yang tinggi mengindikasikan bahwa secara fisiologi ikan telah mampu memproses makanannya. Keberadaan enzim pencernaan seperti protease, amilase dan lipase merupakan indikator biologis terhadap kemampuan ikan untuk mencerna pakan yang mengandung protein, karbohidrat dan lemak (Melianawati & Pratiwi, 2011).

2.3.1 Enzim Protease

Enzim protease mempunyai dua pengertian yaitu proteinase yang mengkatalis hidrolisis molekul protein menjadi fragmen yang lebih sederhana dan peptidase yang menghidrolisis fragmen polipeptida menjadi asam amino. Enzim proteolitik yang berasal dari mikroorganisme adalah protease yang mengandung proteinase dan peptidase (Supriyatna *et al.* 2015). Enzim protease dapat ditemukan di sepanjang saluran pencernaan yaitu lambung, hepatopankreas dan usus (*intestine*) (Taufik *et al.* 2017).

Kandungan enzim proteolitik pada enzim protease mampu menghidrolisis protein menjadi senyawa asam amino. Enzim protease mampu bekerja secara aktif pada protein hewani. Hal ini mampu menghasilkan kerja enzim secara optimal (Fitriana *et al.* 2018). Salah satu indikator biologis terhadap kemampuan ikan untuk mencerna pakan yaitu aktivitas enzim protease. Peningkatan aktivitas enzim pencernaan sejalan dengan pertumbuhan ikan. Apabila aktivitas enzimatis semakin tinggi pada saat masa pertumbuhan maka perkembangan ikan akan semakin baik (Aslianti *et al.* 2014).

2.3.2 Faktor yang Mempengaruhi Aktivitas Enzim

Aktivitas enzim protease dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu, pH, konsentrasi enzim, substrat, senyawa inhibitor dan aktivator (Mahdiyah, 2015; Noviyanti & Ardiningsih, 2012; Risnawati & Cahyaningrum, 2013). Aktivitas enzim pada substrat tertentu dipengaruhi oleh konsentrasi enzim. Data konsentrasi enzim ini didapatkan dari jumlah tirosin dan asam lemak yang terbentuk pada waktu yang ditentukan, dengan menggunakan enzim pada berbagai konsentrasi (Poedjiadi & Supriyanti, 2006).

Suhu mempengaruhi aktivitas enzim karena enzim tersusun dari protein yang dapat berubah apabila dipengaruhi oleh fluktuasi suhu. Suhu yang tinggi akan mengkatalisis reaksi enzimatik (Zakiyul Fikri *et al.* 2014). Aktivitas protease semakin meningkat dengan bertambahnya suhu hingga suhu optimum tercapai. Aktivitas protease akan menurun apabila melebihi suhu optimum maka. Suhu yang lebih rendah dari suhu optimum mengakibatkan aktivitas enzim juga rendah. Suhu optimum untuk menunjang kinerja enzim protease berkisar antara 55-75°C. (Mahdiyah, 2015; Purwati *et al.* 2011).

Nilai pH mempengaruhi aktivitas enzim karena pH berkaitan dengan keberadaan ion hidrogen. Konsentrasi ion hidrogen sangat mempengaruhi aktivitas enzim. Enzim akan aktif apabila asam amino berada dalam keadaan ionisasi yang tepat. Nilai pH yang terlalu asam atau basa dapat mengakibatkan enzim terdenaturasi sehingga enzim menjadi tidak aktif. Nilai pH optimum untuk menunjang kinerja enzim protease berkisar antara 4,5-7,0 (Istia'nah *et al.* 2020; Purwati *et al.* 2011).

Konsentrasi enzim dan substrat mempengaruhi kecepatan reaksi enzimatik. Kecepatan reaksi akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan konsentrasi enzim maupun substrat. Saat konsentrasi enzim mencapai nilai tertentu, kecepatan reaksi enzimatik akan meningkat dengan meningkatnya substrat, namun pada suatu titik penambahan konsentrasi substrat tidak akan meningkatkan kecepatan reaksi. Hal ini terjadi karena enzim telah mengalami "kejenuhan" (Sutrisno, 2017).

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2020 sampai Februari 2021 di Laboratorium Budidaya Ikan, Divisi Reproduksi Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya dan Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perairan, Divisi Perekayasaan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

3.2 Materi Penelitian

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini disebutkan dalam Tabel 1. Alat dapat dilihat pada Lampiran 1.

Tabel 1. Alat Penelitian dan Fungsinya

No.	Alat	Fungsi
1.	<i>Thermometer</i>	Mengukur suhu air
2.	DO meter	Mengukur oksigen terlarut dalam air
3.	pH meter	Mengukur derajat keasaman air
4.	Akuarium	Wadah ikan yang dipelihara
5.	Pipa	Menyalurkan air ke akuarium
6.	Keran air	Mengeluarkan air dari pipa
7.	Rak Akarium	Tempat meletakkan akuarium
8.	Pompa air	Memompa air ke pipa
9.	Kamera	Mendokumentasikan kegiatan
10.	Kompor	Memanaskan air
11.	Panci	Wadah air
12.	Seser	Membantu mengambil ikan
13.	Gelas plastik	Meletakkan pakan ikan yang akan dihancurkan
14.	Selang sifon	Menyifon akuarium
15.	<i>Stopwatch</i>	Menghitung debit air
16.	Timbangan analitik	Menimbang dengan ketelitian 10^{-2}
17.	Sendok plastik	Menghancurkan pakan ikan
18.	<i>Blender</i>	Menghancurkan <i>styrofoam</i>
19.	Saringan	Menyaring mikroplastik
20.	Toples	Wadah ikan saat sampling
21.	<i>Planktonet</i>	Menyaring mikroplastik saat dibilas
22.	Nampan	Wadah alat dan bahan
23.	<i>Washing bottle</i>	Wadah akuades

No.	Alat	Fungsi
24.	Gelas ukur	Mengukur larutan
25.	Pipet tetes	Membantu mengambil larutan
26.	Spatula	Membantu menghomogenkan larutan
27.	<i>Hot plate</i>	Membantu membuat kerak nitrat
28.	<i>Curve porselen</i>	Wadah larutan nitrat
29.	Botol film	Wadah air sampel
30.	Kain lap	Membersihkan meja penelitian atau mengambil <i>Curve porselen</i> dari <i>hot plate</i>
31.	<i>Sprektrofotometer</i>	Mengukur kualitas air dan uji aktivitas enzim
32.	<i>Waterbath</i>	Membuat suhu optimal kerja enzim
33.	Sentrifuge	Menghomogenkan semua larutan dalam cuvet falcon
34.	Tabung reaksi	Wadah supernatan
35.	Rak tabung reaksi	Meletakkan tabung reaksi
36.	Beaker glass	Wadah sampel saat di <i>waterbath</i>
37.	Cuvet falcon	Wadah supernatan yang akan disentrifugasi
38.	Rak cuvet falcon	Meletakkan cuvet falcon
39.	Sectio set	Membedah hewan uji yang akan diambil intestinenya
40.	Mortal dan alu	Menghaluskan sampel intestine
41.	<i>Freezer</i>	Menyimpan sampel intestine

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini disebutkan dalam Tabel 2. Bahan dapat dilihat pada Lampiran 2.

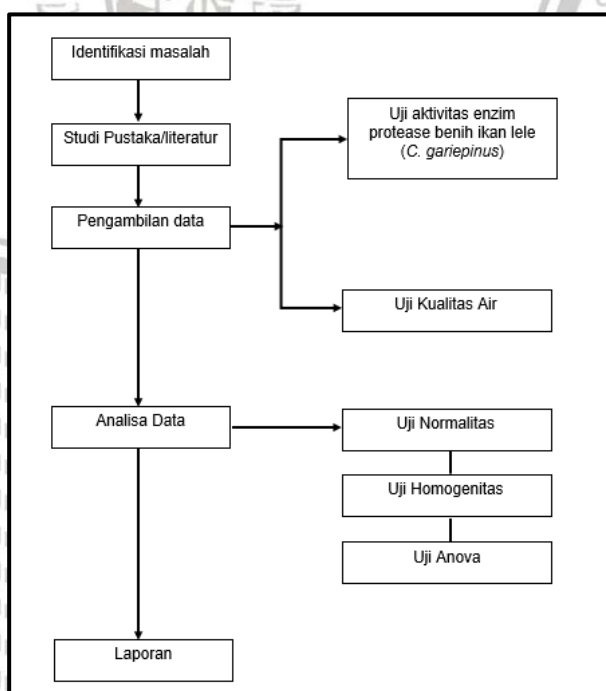
Tabel 2. Bahan Penelitian dan Fungsinya

No.	Bahan	Fungsi
1.	Benih ikan lele (<i>C. gariepinus</i>) ukuran $\pm 8-10$ cm	Hewan uji yang diamati dalam penelitian
2.	Air tawar	Media hidup ikan
3.	Akuades	Pembilas pH meter dan DO meter saat digunakan
4.	Kertas label	Penanda alat dan bahan
5.	Pakan lele protein 40%	Pakan ikan
6.	<i>Styrofoam</i>	Mikroplastik
7.	Kertas saring	Penyaring larutan
8.	Reagen nitrit	Reagen untuk uji nitrit
9.	Reagen nitrat	Reagen untuk uji nitrat
10.	Reagen ammonia	Reagen untuk uji ammonia
11.	<i>Porstex</i>	Larutan desinfektan untuk membantu membersihkan akuarium
12.	Sarung tangan	Pelindung tangan dari larutan berbahaya
13.	Tisu	Pembersih alat dan bahan
14.	Plastik zip	Tempat mikroplastik
15.	<i>Trashbag</i>	Tempat sampah dan penutup akuarium
16.	Klorin	Larutan desinfektan

No.	Bahan	Fungsi
17.	Kertas buram	Wadah mikroplastik dan pakan ikan
18.	Lakban	Penghubung dan perekat <i>trashbag</i> pada rak akuarium
19.	Sampel intestine	Sampel yang akan diuji aktivitas enzimnya
20.	Kapas steril	Pengondisian aseptis
21.	Alumunium foil	Alas saat menimbang sampel
22.	Larutan kasein 0,5%	Substrat bagi enzim protease dan memicu produksi enzim protease
23.	Larutan buffer fosfat pH 7	Penjaga pH bagi enzim protease dan penstabil unsur P pada komponen protein serta menghindari denaturasi enzim
24.	Larutan Trichloroasetat (TCA) 4%	Penginaktivasi enzim sehingga enzim tidak bekerja

3.3 Kerangka Umum Penelitian

Berdasarkan tinjauan pustaka dan materi penelitian mengenai pengaruh paparan mikroplastik terhadap enzim protease benih ikan lele (*C. gariepinus*) maka penelitian dilaksanakan dengan menggunakan beberapa tahapan. Diagram alir penelitian digunakan untuk memudahkan mengetahui apa saja yang akan dilakukan sehingga mendapatkan hasil yang maksimal. Diagram alir skema prosedur penelitian hingga penyusunan laporan dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5. Skema Tahapan Penelitian

3.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Menurut Wibowo *et al.* (2014), metode penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu. Penelitian eksperimen lebih mudah dilakukan di laboratorium karena dapat mengontrol pengaruh luar selama eksperimen dilakukan. Penelitian dapat dilakukan tanpa atau dengan kelompok pembanding (Utami *et al.* 2012). Penggunaan metode ini untuk menguji hubungan sebab akibat melalui pemanipulasian variabel independen dan perubahan-perubahan yang diakibatkan oleh pemanipulasian tersebut terhadap variabel dependen. Samsundari & Wirawan (2015), juga menjelaskan bahwa metode eksperimen adalah kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan (*treatment*) dengan menggunakan perlakuan yang berbeda. Pendekatan yang digunakan untuk penelitian dengan metode eksperimen yaitu pendekatan secara kuantitatif. Penelitian eksperimen dilakukan dengan tujuan agar suatu kebenaran terhadap gejala dapat diuji dan dikembangkan sebagai sebuah teori.

3.5 Metode dan Rancangan Penelitian

3.5.1 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data pada penelitian ini menggunakan data primer sebagai hasil dari penelitian dan data sekunder sebagai pembanding untuk mempermudah menganalisis data hasil penelitian. Kabuhung (2013) menyatakan bahwa data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil penelitian sedangkan data sekunder merupakan data yang didapatkan dari bahan-bahan yang tersedia di buku-buku dan sumber lain yang berhubungan dengan penelitian yang sedang dilakukan. Kristin *et al.* (2018) menambahkan bahwa data primer dapat dikumpulkan melalui metode observasi, wawancara dan dokumentasi sedangkan data sekunder dapat dikumpulkan melalui studi literatur.

3.5.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan. Sudarwati *et al.* (2019) menyebutkan bahwa Rancangan Acak Lengkap (RAL) merupakan rancangan percobaan yang paling sederhana diantara rancangan percobaan standar lainnya baik dari segi penerapan maupun analisisnya. Rancangan ini digunakan untuk menguji perlakuan pada suatu penelitian terkait adakah perbedaan pengaruh atau tidak terhadap variabel yang akan diukur.

Adapun model Rancangan Acak Lengkap yang secara umum dinyatakan dalam model matematika adalah sebagai berikut:

$$Y = \mu + T + \varepsilon$$

Keterangan:

- Y = respon atau nilai pengamatan
- μ = nilai tengah umum
- T = pengaruh faktor perlakuan
- ε = pengaruh galat

Perlakuan yang diberikan adalah pemberian pakan dengan paparan mikroplastik pada hewan uji berupa benih ikan lele (*C. gariepinus*) dengan 4 perlakuan dan 3 kali ulangan pada setiap perlakuannya sehingga total perlakuan sebanyak 12 akuarium pemeliharaan. Pemeliharaan dilakukan pada akuarium berukuran 30x30x30 cm³ dengan ketinggian air 22 cm. Setiap 1 liter air diisi dengan 2 ekor hewan uji sehingga kepadatan akuarium 40 ekor benih ikan lele (*C. gariepinus*). Dosis paparan mikroplastik pada ikan mengacu pada penelitian Ding *et al.* (2018) yang disesuaikan dengan jumlah ikan dengan FR (*Feeding Rate*) 3% (Arief *et al.* 2014). Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- K : Perlakuan pakan komersil yang tidak diberi paparan mikroplastik pada pakan
- A : Perlakuan pemberian mikroplastik (5%) yang dicampur pakan komersil
- B : Perlakuan pemberian mikroplastik (10%) yang dicampur pakan komersil
- C : Perlakuan pemberian mikroplastik (15%) yang dicampur pakan komersil

Denah desain Rancangan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.

A3	K3	C1	A2
K2	B1	B3	C2
B2	C3	A1	K1

Gambar 6. Denah Desain Rancangan Penelitian dengan Metode Rancangan Acak Lengkap (RAL)

Keterangan:

- A : Perlakuan dosis 5% mikroplastik
- B : Perlakuan dosis 10% mikroplastik
- C : Perlakuan dosis 15% mikroplastik
- K : Perlakuan kontrol
- 1,2,3 : Ulangan

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Prosedur Persiapan Penelitian

1. Persiapan Alat dan Media Pemeliharaan

Perisapan alat yang pertama kali harus dilakukan adalah dengan menyiapkan akuarium berukuran 30x30x30 cm³ sebagai tempat hidup hewan uji sebanyak 12 buah sesuai dengan perlakuan. Akuarium tersebut kemudian dibersihkan menggunakan klorin dan sabun cuci lalu dibilas menggunakan air tawar dan dikeringkan selama 1 hari, kemudian di *set up* peralatan pendukung akuarium seperti *thermometer* Hg, pipa dan keran sebagai penyalur sumber air agar menghasilkan oksigen. Setelah akuarium kering, langkah selanjutnya yaitu menambahkan air yang didapat dari pipa yang dipasang untuk menyalurkan sumber air agar dapat dijadikan suplai oksigen. Akuarium diisi dengan volume 20 Liter air dengan ketinggian 22 cm dalam akuarium yang menggunakan debit air sebesar 23 L/jam. Akuarium yang telah di *set up* dengan baik kemudian di diamkan selama 24 jam sebelum dapat di isi benih ikan lele (C.

gariepinus). Setelah 24 jam maka akuarium dapat digunakan untuk wadah pemeliharaan hewan uji penelitian.

2. Persiapan Hewan Uji

Hewan uji berupa benih ikan lele (*C. gariepinus*) berukuran sekitar 8-10 cm didapatkan dari pembudidaya di Unit Pembenihan Rakyat (UPR) Mulyorejo, Desa Maguan, Kecamatan Ngajum, Kabupaten Malang dan kemudian diadaptasikan selama 7 hari. Setelah diadaptasi, ikan kemudian dimasukkan ke dalam akuarium pemeliharaan sesuai dengan densitas yang diinginkan yaitu 2 ekor per liter air. Padat tebar benih lele adalah 40 ekor per akuarium penelitian. Saat adaptasi, benih ikan lele diberikan pakan komersil yang ditambahkan air agar berbentuk menjadi pasta basah. Hal ini bertujuan untuk membiasakan ikan makan sesuai dengan perlakuan penelitian yang dilakukan. Pemberian pakan dilakukan dengan menggunakan *Feeding rate* sebanyak 3% dari biomassa dengan kadar protein pakan komersil yang digunakan sebesar 40% (Arief *et al.* 2014).

3. Pembuatan Mikroplastik

Mikroplastik yang digunakan untuk penelitian adalah jenis polistirena. Mikroplastik untuk penelitian di dapatkan dengan cara menghancurkan *styrofoam* menggunakan *blender* basah. Proses penghancuran *styrofoam* hingga menjadi serbuk perlu dilakukan pengulangan hingga 3-4 kali. Setelah didapatkan serbuk yang telah dihancurkan kemudian dijemur di bawah sinar matahari. Setelah kering serbuk kemudian diayak menggunakan ayakan tepung berdiameter 22 cm dengan 80 mesh. Setelah serbuk kering dan sudah terayak dengan baik maka serbuk *styrofoam* disimpan dalam toples plastik. Umumnya ukuran partikel tepung yang dapat tersaring oleh ayakan setidaknya berukuran 80 mesh. Hal ini sesuai dengan ketentuan SNI Marlisa *et al.* (2020) meyakini bahwa adapun ukuran partikel untuk tepung sendiri yaitu 80 mesh sesuai SNI No. 76222:2011.

3.6.2 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Suplementasi Mikroplastik pada Pakan Ikan

Suplementasi mikroplastik diberikan secara *in vivo* pada benih ikan lele dengan menggunakan pencampuran mikroplastik sesuai dosis yang telah ditentukan yaitu A (5% mikroplastik), B (10% mikroplastik), C (15% mikroplastik), dan K (0% mikroplastik). Pakan dan mikroplastik di hancurkan menggunakan sedikit air panas untuk mempercepat proses pembentukan pakan menjadi pasta basah. Pakan kemudian diberikan pada akuarium benih ikan lele sesuai perlakuan yaitu perlakuan A dengan dosis 5% mikroplastik, perlakuan B dengan dosis 10% mikroplastik, perlakuan C dengan dosis 15% mikroplastik dan perlakuan K dengan dosis 0% mikroplastik atau perlakuan kontrol.

2. Pemberian Paparan Mikroplastik pada Hewan Uji

Pemberian paparan mikroplastik dilakukan dengan metode oral yang rutin dilakukan 2 kali di pagi dan sore hari. Pemberian pakan yang telah diberi mikroplastik pada hewan uji dilakukan pada jam 07.00-09.00 WIB di pagi hari dan jam 15.00-16.00 WIB di sore hari (Adrial & Nur, 2018). Pemberian pakan dilakukan dengan menghitung FR 3%. Setelah pemberian pakan akuarium ikan disifon agar sisa pakan atau feses tidak menumpuk di dalam media pemeliharaan. Pemeliharaan dilakukan selama 30 hari.

3. Pengambilan dan Penyimpanan Sampel Usus (*Intestine*) Ikan Lele (*C. gariepinus*)

Pengambilan sampel *intestine* dilakukan sebanyak 2 kali selama penelitian berlangsung. Pengambilan sampel *intestine* pertama dilakukan pada hari pertama penelitian dimulai. Pengambilan sampel *intestine* dilakukan pada hari ke-30 pemeliharaan. Berdasarkan penelitian Al Gadri *et al.* (2014) pengambilan sampel *intestine* dilakukan dengan pembedahan ikan melalui lubang anus sampai ke anterior

dekat sirip dada dengan menggunakan gunting. Proses pengguntingan dilakukan secara hati-hati agar organ dalam tidak ikut tergunting. Kemudian daging bagian atas dibuka dengan pinset. *Intestine* diambil lalu ditimbang menggunakan timbangan analitik dan dimasukkan ke dalam botol film yang sudah diberi label lalu disimpan dalam freezer.

3.7 Parameter Uji

3.7.1 Parameter Utama

Parameter utama dalam penelitian ini adalah enzim protease dalam benih ikan lele (*C. gariepinus*). Pengambilan sampel intestine dilakukan sebanyak 2 kali dalam 30 hari pemeliharaan. Pengambilan sampel intestine dilakukan pada hari pertama penelitian yang digunakan sebagai kontrol dan data pembandingan perubahan yang terjadi karena paparan mikroplastik. Data kedua diambil pada hari ke-30 pemeliharaan. Selanjutnya sampel intestine dilakukan uji aktivitas enzim protease menggunakan metode Al Gadri et al. (2014), pertama 2 ml larutan kasein 0,5%, 0,5 ml larutan buffer fosfat pH 7 dan 1 ml larutan enzim protease (sampel) dicampur hingga homogen dan didiamkan selama 10 menit pada suhu 37°C di atas pemanas air. Larutan ditambahkan 2,5 ml larutan TCA (Trichloroasetat) 4% (b/v) lalu didiamkan selama 30 menit pada suhu 27°C (suhu kamar), kemudian di sentrifuge dengan kecepatan 3.000 rpm \pm 5 menit dan diukur pemisahan filtrat serta endapan yang terbentuk. Filtrat diambil 1 ml dan diencerkan sampai 6 ml lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang 280 nm (λ Tirosin). Aktivitas proteolitik enzim menurut Noviyanti et al. (2012) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Aktivitas protease} = \frac{[\text{tirosin}] \times V}{(p \times q)} \times Fp$$

Keterangan:

BM tirosin : 181,19

V : Volume total (mL)

p : Volume sampel (mL)
q : Waktu inkubasi (menit)
Fp : Faktor pengencer (mL)

3.7.2 Parameter Penunjang

Parameter penunjang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitas air. Kualitas air yang baik menjadi kunci keberhasilan penelitian karena air merupakan media hidup ikan. Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini adalah suhu, pH, DO (*Dissolved Oxygen*), ammonia, nitrit dan nitrat. Pengukuran kualitas air suhu, DO, dan pH dilakukan setiap hari pada pagi dan sore hari. Parameter kualitas air berupa ammonia, nitrit dan nitrat dilakukan setiap satu minggu sekali. Pengukuran kualitas air berupa suhu, DO dan pH dilakukan dengan menggunakan termometer, DO meter dan pH meter. Pengukuran kualitas air mingguan seperti ammonia, nitrit dan nitrat dilakukan dengan *test kit* dan spektrofotometer di laboratorium.

3.8 Analisis Statistika

Data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dianalisis untuk mengetahui perlakuan yang menunjukkan pengaruh berbeda nyata (*significant*) atau berbeda sangat nyata (*highly significant*) dengan menggunakan *One Way ANOVA* (uji F) sesuai dengan rancangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL). Analisis data dilakukan untuk menarik kesimpulan dari suatu usaha dalam penelitian. Jika data terdistribusi yang didapatkan dari penelitian menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (*significant*) atau hasil yang berbeda sangat nyata (*highly significant*) ($F_{\text{tabel}} < F_{\text{hitung}}$) maka dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk membandingkan nilai antar perlakuan. Hasil F_{hitung} yang tidak berpengaruh nyata juga dapat terjadi. Hal tersebut lumrah terjadi dalam sebuah penelitian yang bersifat eksperimental.

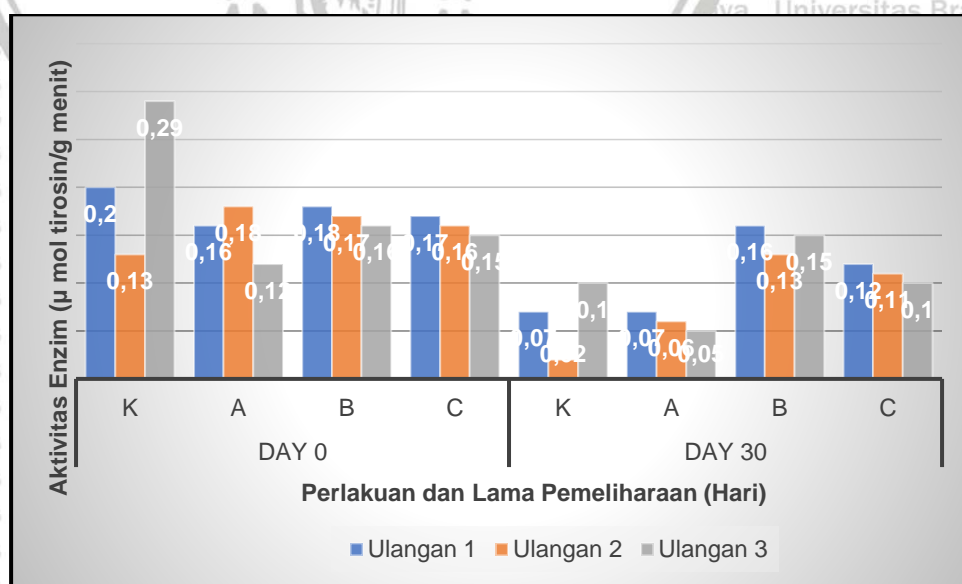
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivitas Enzim Protease

Hasil uji aktivitas enzim protease benih ikan lele dumbbo (*C. gariepinus*) untuk mengetahui pengaruh paparan mikroplastik dalam pakan ikan lele (*C. gariepinus*) yang dipelihara selama 30 hari dengan sistem resirkulasi dengan kepadatan 40 ekor benih ikan lele per akuarium. Berdasarkan hasil pengamatan penelitian diperoleh hasil yang tersaji dalam Tabel 3 dan Gambar 7. Perhitungan hasil aktivitas enzim protease menggunakan SPSS dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 3. Hasil Uji Aktivitas Enzim Protease Benih Ikan Lele (*C. gariepinus*)

Lama Pemeliharaan (Hari)	Perlakuan	Ulangan (%)			Rata-rata ± SD	Notasi
		1	2	3		
0	K	0,2	0,13	0,29	0,206 ± 0,08	a
	A	0,16	0,18	0,12	0,153 ± 0,03	a
	B	0,18	0,17	0,16	0,17 ± 0,01	a
	C	0,17	0,16	0,15	0,16 ± 0,01	a
30	K	0,07	0,02	0,1	0,063 ± 0,04	ab
	A	0,07	0,06	0,05	0,06 ± 0,01	a
	B	0,16	0,13	0,15	0,146 ± 0,01	b
	C	0,12	0,11	0,1	0,11 ± 0,01	b



Gambar 7. Grafik Batang Aktivitas Enzim Protease

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai rata-rata aktivitas enzim protease pada benih ikan lele di hari ke-0 didapat hasil berkisar antara 0,153 - 0,206 μ mol tirosin g/ml/menit. Diketahui bahwa nilai aktivitas enzim protease yang tertinggi terdapat pada perlakuan K dengan dosis 0% mikroplastik yang mendapatkan nilai rata-rata $0,206 \pm 0,08 \mu$ mol tirosin g/ml/menit, selanjutnya pada perlakuan B dengan dosis mikroplastik 10% yang mendapatkan nilai rata-rata $0,17 \pm 0,01 \mu$ mol tirosin g/ml/menit, perlakuan C dengan dosis mikroplastik 15% yang mendapatkan nilai rata-rata $0,16 \pm 0,01 \mu$ mol tirosin g/ml/menit dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A dengan dosis mikroplastik 5% yang mendapatkan nilai rata-rata $0,153 \pm 0,03 \mu$ mol tirosin g/ml/menit. Nilai rata-rata aktivitas enzim protease pada benih ikan lele di hari ke-30 didapat hasil berkisar antara 0,06 – 0,146 μ mol tirosin g/ml/menit. Diketahui bahwa nilai aktivitas enzim protease yang tertinggi terdapat pada perlakuan B dengan dosis mikroplastik 10% mendapatkan nilai rata-rata $0,146 \pm 0,01 \mu$ mol tirosin g/ml/menit, selanjutnya pada perlakuan K mendapatkan nilai rata-rata $0,063 \pm 0,04 \mu$ mol tirosin g/ml/menit, perlakuan C mendapatkan nilai rata-rata $0,11 \pm 0,01 \mu$ mol tirosin g/ml/menit dan nilai terendah terdapat pada perlakuan A dengan dosis mikroplastik 5% dengan nilai rata-rata $0,06 \pm 0,01 \mu$ mol tirosin g/ml/menit.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat bahwa aktivitas enzim pada hari ke-30 mengalami penurunan apabila dibandingkan dengan aktivitas enzim pada hari ke-0. Perbedaan aktivitas enzim protease tersebut menurut Al Gadri *et al.* (2014), dapat disebabkan oleh kebiasaan makan dan komposisi pakan. Selain itu, aktivitas protease ikan dapat dipengaruhi oleh kemampuan *intestine*, kompleksitas struktur pakan, suhu dan musim. Aktivitas enzim berkaitan dengan jumlah enzim aktif untuk mencerna pakan yang dikonsumsi. Aktivitas enzim pencernaan berkorelasi dengan jumlah enzim yang terdapat pada tempat pencernaan berlangsung. Tingginya aktivitas enzim selaras dengan banyaknya enzim yang bekerja pada organ pencernaan tersebut. Hal ini karena ikan yang diberi pakan dengan kadar protein rendah lebih menghemat

energinya dalam aktivitas maupun proses metabolismenya. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh (Lolodo & Nugraha, 2019), yang menyatakan bahwa mikroplastik pada juvenil ikan dapat mempengaruhi kemampuan penciuman ikan untuk mendeteksi adanya bahaya. Mikroplastik juga dapat tertelan oleh ikan sehingga terjadi penyumbatan *intestine* serta berpotensi keracunan bahan kimia. Penelitian dari Yona *et al.* (2020), menyebutkan bahwa saluran pencernaan merupakan tempat pengumpulan akhir dari mikroplastik terutama yang berukuran lebih besar sehingga tidak bisa dikeluarkan melalui feses ikan.

Dampak mikroplastik pada biota di perairan yaitu berpotensi masuknya mikroplastik dalam tubuh biota sehingga dapat merusak saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, mempengaruhi reproduksi, dan dapat menyebabkan paparan aditif plastik lebih besar sifat toksik (Wright *et al.* 2013). Hal ini, sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan dimana pemberian dosis mikroplastik yang lebih tinggi akan menurunkan aktivitas enzim akibat adanya gangguan penghambatan pada produksi enzim. Semakin tinggi mikroplastik yang termakan oleh ikan maka aktivitas enzim akan semakin rendah/turun. Hal ini disebabkan kurangnya kebutuhan protein yang disintesis atau tercerna pada sistem saluran pencernaan. Kekurangan nutrisi atau tidak terpenuhinya kebutuhan protein ini dapat disebabkan adanya akumulasi mikroplastik dalam sistem saluran pencernaan ikan yang menyebabkan kejenuhan palsu sehingga ikan merasa kenyang tetapi kebutuhan nutrisinya kurang.

4.2 Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting untuk menunjang kehidupan organisme air termasuk ikan. Kadar kualitas air yang optimal akan meningkatkan pertumbuhan, kemampuan reproduksi maupun sistem metabolismenya. Parameter kualitas air yang dapat menunjang kehidupan ikan lele seperti suhu, DO (*Dissolved oxygen*), pH (derajat

keasaman), amonia, nitrit dan nitrat.

4.2.1 Suhu

Suhu pemeliharaan benih ikan lele pada saat penelitian berkisar antara 25-28°C.

Pengukuran suhu selama penelitian dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari, yaitu pada pagi hari antara jam 07.00-09.00 WIB dan pada sore hari antara jam 15.00-16.00 WIB.

Data lengkap pengukuran suhu air pada saat penelitian dapat dilihat pada Lampiran 5.

Data penelitian menunjukkan kadar suhu yang masih berada pada kadar normal untuk kehidupan ikan lele. (Lestari & Dewantoro, 2018), menyatakan bahwa suhu air

mempengaruhi kelangsungan hidup organisme akuatik. Fluktuasi suhu berpengaruh dalam kecepatan metabolisme tubuh. Suhu juga berkorelasi dengan konsentrasi oksigen terlarut dalam air dan laju konsumsi oksigen organisme akuatik. Peningkatan suhu perairan dapat menyebabkan nafsu makan ikan juga meningkat. Nafsu makan ikan meningkat dua kali lipat tiap kenaikan suhu sebesar 10°C. Ikan lele dumbo dapat tumbuh optimal pada suhu 25-30°C. Apabila di bawah suhu optimal maka nafsu makan ikan lele dumbo akan menurun.

4.2.2 DO (*Dissolved oxygen*)

Pengukuran kadar oksigen terlarut dalam penelitian ini berkisar antara 3,8-6,2 ppm. Pengukuran kadar oksigen terlarut dalam penelitian dilakukan sebanyak 2 kali sehari, yaitu pada pagi hari antara jam 07.00-09.00 WIB dan pada sore hari antara jam 15.00-16.00 WIB. Data lengkap pengukuran kadar oksigen terlarut dalam penelitian dapat dilihat dalam Lampiran 5. (Tatangindatu *et al.* 2013), mengatakan bahwa apabila oksigen terlarut tidak seimbang akan mengakibatkan ikan stres karena otak tidak mendapat suplai oksigen yang cukup. Selain itu, dapat mengakibatkan kematian karena kekurangan oksigen (anoksia) yang disebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam darah. Saat siang hari oksigendidapatkan

melalui proses fotosintesis sedangkan saat malam hari oksigen yang terbentuk akan digunakan kembali oleh alga untuk proses metabolisme pada saat tidak ada cahaya. Kadar oksigen maksimum di perairan terjadi pada sore hari dan minimum menjelang pagi hari. Augusta (2016), mengatakan bahwa kandungan oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan lele berkisar antara 4,4-4,6 ppm.

4.2.3 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran harian untuk pH pada penelitian ini berkisar antara 6,7-7,5. Pengukuran derajat keasaman (pH) dalam perairan pada penelitian ini dilakukan sebanyak 2 kali dalam sehari, yaitu pada pagi hari antara jam 07.00-09.00 WIB dan pada sore hari antara jam 15.00-16.00 WIB. Data lengkap pengukuran derajat keasaman perairan (pH) dalam penelitian dapat dilihat dalam Lampiran 5. Hasil pengukuran pH pada penelitian menunjukkan kadar nilai yang masih normal untuk budidaya ikan lele. Hal ini di dukung oleh pendapat (Pramleonita *et al.* 2018), yang menyatakan bahwa kisaran optimal pH diperairan untuk memelihara ikan lele berdasarkan SNI berkisar antara 6,5-8,5. Perubahan pH secara mendadak dan melebihi kisaran optimal dapat menyebabkan terganggunya metabolisme, pertumbuhan menurun dan ikan mudah terserang penyakit dan stress.

4.2.4 Amonia

Hasil pengukuran kadar amonia pada penelitian ini sebesar 0 ppm. Pengukuran amonia pada penelitian ini dilakukan setiap satu minggu sekali, yaitu pada minggu pertama, minggu kedua, minggu ketiga, minggu keempat dan minggu kelima penelitian. Data lengkap hasil pengukuran kadar amonia pada penelitian ini dapat dilihat dalam Lampiran 5. Kadar amonia dalam perairan pada penelitian ini cenderung rendah, hal ini diduga karena penggunaan sistem pemeliharaan yang menggunakan resirkulasi. Penggunaan sistem ini memungkinkan air pemeliharaan terus berganti,

sehingga akumulasi amonia di perairan tidak terlalu banyak. Kandungan ammonia yang dapat ditoleransi oleh ikan adalah < 1 mg/l. Ammonia dapat membunuh organisme perairan khususnya ikan pada konsentrasi 0,06 mg/l namun ikan lele dapat mentoleransi ammonia sampai 5,70 mg/l (Nur'aeni *et al.* 2019; Sitio *et al.* 2017 dan Sopha *et al.* 2015).

4.2.5 Nitrit

Hasil pengukuran nitrit pada penelitian ini yaitu berkisar sebesar 0,11-0,52 ppm.

Pengukuran nitrit pada penelitian ini dilakukan setiap seminggu sekali, yaitu pada minggu pertama, minggu kedua, minggu ketiga, minggu keempat dan minggu kelima.

Data lengkap hasil pengukuran nitrit pada penelitian ini dapat dilihat dalam Lampiran

5. Hasil dari penelitian ini masih menunjukkan kadar yang aman bagi kehidupan ikan

lele. Senyawa nitrit (NO_2) ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit di perairan

alami. Hal ini karena nitrit bersifat tidak stabil jika terdapat oksigen. Nitrit sangat

beracun bagi hewan akuatik. Senyawa nitrit yang berlebih dalam suatu perairan

menyebabkan menurunnya kemampuan darah organisme perairan untuk mengikat

oksigen, karena nitrit akan bereaksi lebih kuat dengan hemoglobin yang menyebabkan

tingginya tingkat kematian. Kadar optimum nitrit di perairan berkisar antara 0,01-1,0

mg/l. Kadar nitrit yang baik untuk pertumbuhan ikan lele yaitu 0,01-0,46 mg/l

sedangkan kadar nitrit yang baik untuk lingkungan budidaya adalah < 1 mg/l

(Pardiansyah *et al.* 2014; Samsundari & Wirawan, 2015 dan Supriyono *et al.* 2015)

4.2.6 Nitrat

Hasil pengukuran nitrat pada penelitian ini yaitu berkisar pada 0,02-0,80 ppm.

Pengukuran nitrat pada penelitian ini dilakukan setiap minggu hingga akhir penelitian.

Data lengkap hasil pengukuran nitrat pada penelitian ini dapat dilihat dalam Lampiran

5. Kadar nitrat yang didapatkan dalam penelitian ini masih tergolong aman bagi

kehidupan ikan lele. Nitrat merupakan bentuk nitrogen utama di perairan. Nitrat

termasuk salah satu nutrisi yang penting dalam sintesis protein hewani dan nabati.

Tingginya konsentrasi nitrat di perairan dalam menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan apabila didukung oleh ketersediaan nutrisi. Nitrat adalah hasil oksidasi pada tahap dua proses nitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses oksidasi ammonia menjadi nitrit dan nitrat yang berlangsung pada kondisi aerob.

Oksidasi ammonia menjadi nitrit dibantu oleh bakteri *Nitrosomonas* sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dibantu oleh bakteri *Nitrobacter*. Nilai nitrat yang baik untuk budidaya lele yaitu $< 5 \text{ mg/l}$ (Damanik et al. 2018; Hamuna et al. 2018).



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa paparan mikroplastik dengan dosis yang berbeda berpengaruh terhadap aktivitas enzim protease benih ikan lele (*C. gariepinus*). Hasil penelitian menunjukkan nilai aktivitas enzim protease tertinggi terdapat pada perlakuan B (dosis mikroplastik 10%) dan mendapatkan nilai rata-rata $0,146 \pm 0,01$ μ mol tirosin g/ml/menit sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan A (dosis mikroplastik 5%) dengan nilai rata-rata $0,06 \pm 0,01$ μ mol tirosin g/ml/menit.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu adanya variasi dosis mikroplastik untuk mengetahui nilai ambang batas dari hewan uji. Selain itu periode pemeliharaan yang lebih lama juga diperlukan dengan harapan dapat memberikan informasi yang lebih rinci mengenai pengaruh keberadaan mikroplastik dalam perairan khususnya pada pencernaan organisme perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisaputra, M. W. (2021). Kandungan mikroplastik pada ikan kandungan mikroplastik pada ikan bawis (*Siganus canaliculatus*) dan ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) di Perairan Bontang. *Jurnal Ilmiah BioSmart (JIBS)*, 1(1), 1–11.
- Adrial, A., & Nur, I. (2018). Potensi tepung kulit buah manggis (*Garcinia mangostana*) yang ditambahkan dalam pakan terhadap profil darah ikan komet (*Carrasius auratus*). *Jurnal Media Akuatika*, 3(3).
- AgroMedia, R. (2007). *Beternak Lele Dumbo*. AgroMedia.
- Al Gadri, S. F., Susilo, U., & Priyanto, S. (2014). Aktivitas protease dan amilase pada hepatopankreas dan intestine ikan nilam *Osteochilus Hasselti* C.V. *Scripta Biologica*, 1(1), 43–48.
- Arief, M., Fitriani, N., & Subekti, S. (2014). Pengaruh pemberian probiotik berbeda pada pakan komersial terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan lele sangkuriang (*Clarias* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 6(1), 49–53.
- Arrazy, M., & Primadini, R. (2021). Potensi subsektor perikanan pada provinsi-provinsi di Indonesia. *Jurnal Bina Bangsa Ekonomika*, 14(1), 1–13. <http://jbbe.lppmbinabangsa.id/index.php/jbbe/article/view/24>
- Aslianti, T., & Afifah, A. (2012). Studi aktivitas enzim pencernaan larva ikan kuwe, *Gnathanodon speciosus* yang dipelihara dengan jenis pakan awal berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(1), 49. <https://doi.org/10.15578/jra.7.1.2012.49-59>
- Aslianti, T., Nasukha, A., & Setyadi, I. (2014). Perkembangan tulang belakang dan aktivitas enzim protease larva ikan bandeng, *Chanos chanos* forsskal yang dipelihara pada media berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1), 87–100. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v6i1.8630>
- Augusta, T. S. (2016). Dinamika perubahan kualitas air terhadap pertumbuhan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang dipelihara di kolam tanah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal of Tropical Animal Science)*, 5(1), 41–44.
- Ayuingtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2019). Kelimpahan mikroplastik pada perairan di Banyuwir, Gresik, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 3(1), 41–45.
- Bachtar, I. Y. (2006). *Panduan Lengkap Budi Daya Lele Dumbo*. AgroMedia.
- Damanik, B. H., Hamdani, H., Riyantini, I., & Herawati, H. (2018). Uji efektivitas bio filter dengan tanaman air untuk memperbaiki kualitas air pada sistem akuaponik ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Perikanan Kelautan*, 9(1).
- Ding, J., Zhang, S., Razanajatovo, R. M., Zou, H., & Zhu, W. (2018). Accumulation, tissue distribution, and biochemical effects of polystyrene microplastics in the freshwater fish red tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Environmental Pollution*, 238,

1-9.

Efendi, Y., Yusra, & Efendi, V. O. (2017). Optimasi potensi bakteri *Bacillus subtilis* sebagai sumber enzim protease. *Jurnal Akuatika Indonesia*, *2*(1), 87–94.

Ela, E., Rochmawati, R., & Selviana, S. (2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan wadah styrofoam sebagai kemasan makanan pada penjual makanan jajanan di kota Pontianak tahun 2016. *JUMANTIK: Jurnal Mahasiswa Dan Peneliti Kesehatan*, *3*(1).

Fitriana, Mustika Marzah, Defira, C. N., & Agustiana, S. (2018). Pengaruh kombinasi enzim papain dan enzim protease pada pakan komersial terhadap pemanfaatan pakan dan pertumbuhan benih ikan patin jambal (*Pangasius sp.*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa dan Perikanan Unsyiah*, *3*(4), 211–219.

Hamuna, B., Tanjung, R. H., & Maury, H. (2018). *Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura*.

Ikhsan, M., Muhsin, M., & Patang, P. (2018). Pengaruh variasi suhu pengering terhadap mutu dendeng ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, *2*(2), 114. <https://doi.org/10.26858/jtp.v2i2.5166>

Istia'nah, D., Utami, U., & Barizi, A. (2020). Karakterisasi enzim amilase dari bakteri bacillus megaterium pada variasi suhu, pH dan konsentrasi substrat. *Jurnal Riset Biologi Dan Aplikasinya*, *2*(1), 11. <https://doi.org/10.26740/jrba.v2n1.p11-17>

Kabuhung, M. (2013). Sistem informasi akuntansi penerimaan dan pengeluaran kas untuk perencanaan dan pengendalian keuangan pada Organisasi nirlaba keagamaan. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, *1*(3).

Karmila, S., Suryana, N., & Faizal, F. (2021). Potensi $\text{CoFe}_2\text{O}_4/\text{TiO}_2$ quantum dots sebagai nanofotokatalis degradasi mikroplastik polistirena. *JlIF (Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika)*, *5*(1), 8–12.

Khairuman, Am., & Amri, K. (2000). *Budi Daya Lele Lokal secara Intensif*. AgroMedia.

Khairuman, S. P., Amri, K., & Pi, S. (2008). *Buku Pintar Budi Daya 15 Ikan Konsumsi*. AgroMedia.

Kordi, K., & MK, G. (2010). Budidaya ikan lele di kolam terpal. *Andi. Yogyakarta. Hal*, 1–22.

Kristin, Y., Qurniati, R., & Kaskoyo, H. (2018). Interaksi masyarakat sekitar hutan terhadap pemanfaatan lahan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman. *Jurnal Sylva Lestari*, *6*(3), 1–8.

Lestari, T. P., & Dewantoro, E. (2018). Pengaruh suhu media pemeliharaan terhadap laju pemangsaan dan pertumbuhan larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ruaya : Jurnal Penelitian Dan Kajian Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, *6*(1), 14–22. <https://doi.org/10.29406/rya.v6i1.923>

- Lolodo, D., & Nugraha, W. A. (2019). Mikroplastik pada bulu babi dari rata-ratan terumbu Pulau Gili Labak Sumenep. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, **12**(2), 112–122.
- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. FAO.
- Mahdiyah, D. (2015). Isolasi bakteri dari tanah gambut penghasil enzim protease. *Jurnal Pharmascience*, **2**(2), 71–79. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1353.4326>
- Mahyudin, K., & S PI, M. M. (2013). *Panduan lengkap agribisnis Lele*. Niaga Swadaya.
- Mardina, V., Fitriani, F., Harmawan, T., & Hildayani, G. M. (2018). Valorisasi pankreas ikan tongkol (*Eutynnus affinis*) untuk produksi enzim lipase. *Elkawnie*, **4**(2). <https://doi.org/10.22373/ekw.v4i2.3487>
- Marlisa, Diana, H., Yerizam, M., Junaidi, R., & Fadarina. (2020). Uji performansi *Disk Mill* dan *Vibrating screen (Discreen)* dalam pembuatan tepung mocaf. **1**(1), 87–91.
- Marzuqi, M., Kasa, I. W., & Giri, N. A. (2019). Respons pertumbuhan dan aktivitas enzim amilase benih ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) yang diberi pakan dengan kandungan karbohidrat yang berbeda. *Media Akuakultur*, **14**(1), 31. <https://doi.org/10.15578/ma.14.1.2019.31-39>
- Melianawati, R., & Pratiwi, R. (2011). Pola aktivitas enzim pencernaan larva ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus* Forsskal, 1775). *Jurnal Riset Akuakultur*, **6**(1), 51. <https://doi.org/10.15578/jra.6.1.2011.51-61>
- Muslim, M., Heltonika, B., Sahusilawane, H. ., Wardani, W. ., & Rifai, R. (2020). *Ikan lokal perairan tawar Indonesia yang prospektif dibudidayakan*. 138.
- Negara, I. K. W., Marsoedi, M., & Susilo, E. (2015). Strategi pengembangan budidaya lele dumbo clarias sp. Melalui program pengembangan usaha mina pedesaan perikanan budidaya di Kabupaten Buleleng. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan*, **22**(3), 365. <https://doi.org/10.22146/jml.18763>
- Noviyanti, T., Ardiningsih, P., & Rahmalia, W. (2012). Pengaruh temperatur terhadap aktivitas enzim protease dari daun sansakng (*Pycnarrhena cauliflora* Diels). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, **1**(1), 1–6. <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/990>
- Nur'aeni, N. R., Ambarsari, H., & Rohmatussolihat, E. S. (2019). Analisis model regresi sedimen kolam lele, sukrosa, dan biofertilizer terhadap proses nitrifikasi. *Journal of Agroindustrial Technology*, **29**(1).
- Pardiansyah, D., Supriyono, E., & Djokosetianto, D. (2014). Evaluasi budidaya cacing sutra yang terintegrasi dengan budidaya ikan lele sistem bioflok. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, **13**(1), 28–35.
- Permata, D. A., Ikhwan, H., & Aisman. (2016). Aktivitas proteolitik papain kasar getah buah pepaya dengan berbagai metode pengeringan. *Jurnal Teknologi Pertanian*

- Andalas, **20**(2), 59–64.
- Poedjiadi, A., & Supriyanti, F. M. T. (2006). *Dasar-Dasar Biokimia Edisi Revisi*. UI-Press. Jakarta.
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., & Wardoyo, S. E. (2018). Parameter fisika dan kimia air kolam ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural*, **8**(1), 24–34.
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya mengurangi timbulan sampah plastik di lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, **8**(2), 141. <https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Purwati, S., Soetopo, R. S., & Idiyanti, T. (2011). Aplikasi protease dan pengaruh suhu pada asidifikasi digestasi anaerobik dua-tahap lumpur ipal biologi industri kertas. *Jurnal Selulosa*, **1**(1), 20–30. <https://doi.org/10.25269/jsel.v1i01.17>
- Ramlah, Soekendarsi, E., Hasyim, Z., & Hasan, M. S. (2016). Perbandingan kandungan gizi ikan nila *Oreochromis niloticus* asal Danau Mawang Kabupaten Gowa dan Danau Universitas Hasanuddin Kota Makassar. *Jurnal Biologi Makassar (Bioma)*, **1**(1), 39–46.
- Retnowati, D., Anshori, M., Fudhla, A. F., Ardiasyah, G., Ardhyani, I. W., & Puspita, A. D. (2020). Pelatihan budidaya pembesaran ikan lele di Desa Tanjungan Driyorejo Gresik. *Among: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, **2**(2).
- Risnawati, M. & Cahyaningrum, S. E. (2013). Pengaruh Penambahan Ion Logam Ca²⁺ Terhadap Aktivitas Enzim Papain (the Addition Effect of the Metal Ions Ca²⁺ on the Papain Activities). *UNESA Journal of Chemistry*, **2**(1), 76–83.
- Rochman, C. M., Brookson, C., Bikker, J., Djuric, N., Earn, A., Bucci, K., Athey, S., Huntington, A., McIlwraith, H., & Munno, K. (2019). Rethinking microplastics as a diverse contaminant suite. *Environmental Toxicology and Chemistry*, **38**(4), 703–711.
- Sahfitri, I. A. H. (2018). *Potensi Pengembangan Budidaya Perikanan*. November, 1–12. https://www.researchgate.net/publication/328772920_POTENSI_PENGEMBANGAN_BUDIDAYA_PERIKANAN
- Samsundari, S., & Wirawan, G. A. (2015). Analisis penerapan biofilter dalam sistem resirkulasi terhadap mutu kualitas air budidaya ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*, **8**(2).
- Satriyatama, A., Amaldi, H., Ibrahim, M. M., & Ramelan, A. (2019). Komposit grafit-polistirena diperkuat poliuretan sebagai penyerap gelombang akustik. *Jurnal Metalurgi Dan Material Indonesia (JMMI)*, **2**(3).
- Sitio, M. H. F., Jubaedah, D., & Syaifudin, M. (2017). Kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan lele (*Clarias* sp.) pada salinitas media yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, **5**(1), 83–96.
- Sopha, S., Santoso, L., & Putri, B. (2015). Pengaruh substitusi parsial tepung ikan

- dengan tepung tulang terhadap pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, **3**(2), 403–410.
- Sudarwati, H., Natsir, M. H., & Nurgiantiningsih, V. M. A. (2019). *Statistika dan Rancangan Percobaan: Penerapan dalam Bidang Peternakan*. Universitas Brawijaya Press.
- Sunardi, N., Hamsinah, Sarwani, Rusilowati, U., & Marjohan, M. (2020). Manajemen pengelolaan budidaya ikan laut (*sea farming*) untuk meningkatkan pendapatan masyarakat di Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Abdi Masyarakat Humanis*, **1**(2), 127–135. <http://www.openjournal.unpam.ac.id/index.php/JAMH/article/view/4991>
- Supriyanto, M., & Wiwoho, R. D. (2017). Studi kelayakan usaha dan strategi pengembangan usaha budidaya ikan lele di Kecamatan Maospati Kabupaten Magetan. *Jurnal AKSI (Akuntansi Dan Sistem Informasi)*, **1**(2), 43–55. <https://doi.org/10.32486/aksi.v1i2.117>
- Supriyatna, A., Amalia, D., Jauhari, A. A., & Holydaziah, D. (2015). Aktivitas enzim amilase, lipase, dan protease dari larva *Hermetia illucens* yang diberi pakan jerami padi. *Jurnal Istek* **9**(2), 18–32.
- Supriyono, E., Pardiansyah, D., Putri, D. S., & Djokosetianto, D. (2015). Perbandingan jumlah bak budidaya cacing sutra (tubificidae) dengan memanfaatkan limbah budidaya ikan lele (*Clarias* sp) sistem intensif terhadap kualitas air ikan lele dan produksi cacing sutra. *DEPIK Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, **4**(1).
- Suryaningsih, S. (2014). Biologi Ikan Lele. *Kementerian Pendidikan Nasional. Universitas Jendral Sudirman. Fakultas Biologi Purwokerto. Purwokerto*, 9.
- Sutrisno, A. (2017). *Teknologi Enzim*. Universitas Brawijaya Press.
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., & Rompas, R. (2013). Studi parameter fisika kimia air pada areal budidaya ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *E-Journal Budidaya Perairan*, **1**(2).
- Taufik, M., Hana, H., & Susilo, U. (2017). Aktivitas protease dan amilase pada ikan sidat *Anguilla bicolor* McClelland). *Scripta Biologica*, **4**(3), 183. <https://doi.org/10.20884/1.sb.2017.4.3.418>
- Utami, N. P., Suherman, Y. M., & Haetami, K. (2012). Pertumbuhan *Chlorella* sp. yang dikultur pada perioditas cahaya yang berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan*, **3**(3).
- Victoria, A. V. (2017). Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. *Teknik Kimia ITB*.
- Wibowo, T. W., Boesono, H., & Setiyanto, I. (2014). Uji performansi alat pemisah limbah cair berminyak (*Oily Water Separator*) untuk kapal perikanan dalam skala laboratorium. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, **3**(4), 1–9.
- Wijaya, P. S., Sri, W., & Nur, A. (2017). Morfologi dan karakterisasi pertumbuhan bakteri asam laktat (um 1.4a) dari proses fermentasi wikau maombo untuk studi awal produksi enzim amilase. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, **2**(4), 657–663.

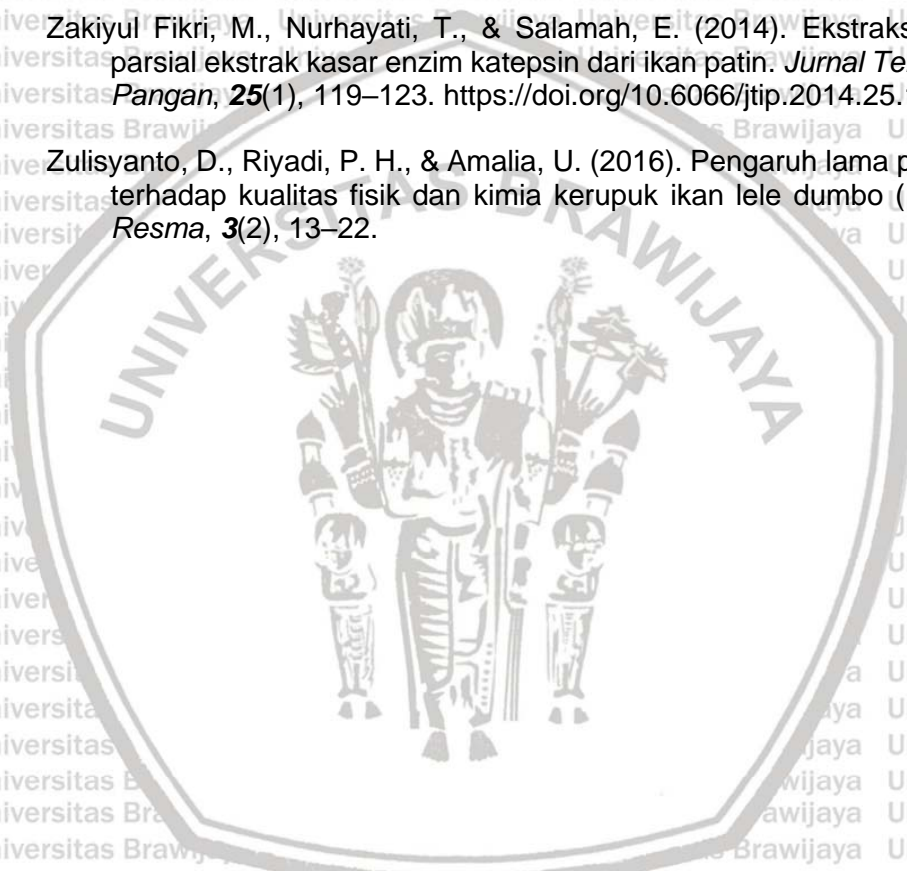
Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution*, 178, 483–492.

Yona, D., di Prikah, F. A., & As'adi, M. A. (2020). Identifikasi dan Perbandingan Kelimpahan Sampah Plastik Berdasarkan Ukuran pada Sedimen di Beberapa Pantai Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 375–383.

Yona, D., Maharani, M. D., Cordova, M. R., Elvania, Y., & Dharmawan, I. W. E. (2020). Analisis mikroplastik di insang dan saluran pencernaan ikan karang di tiga pulau kecil dan terluar Papua, Indonesia: Kajian awal. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 497–507.

Zakiyul Fikri, M., Nurhayati, T., & Salamah, E. (2014). Ekstraksi dan karakterisasi parsial ekstrak kasar enzim katepsin dari ikan patin. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 25(1), 119–123. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.1.119>

Zulisyanto, D., Riyadi, P. H., & Amalia, U. (2016). Pengaruh lama pengukusan adonan terhadap kualitas fisik dan kimia kerupuk ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Resma*, 3(2), 13–22.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian



DO Meter



pH Meter



Akuarium Pemeliharaan



Timbangan Analitik



Thermometer Hg



Keran Air



Pipa PVC



Seser



Selang Sifon

		
Blender	Saringan/ Ayakan	Spektrofotometer
		
Waterbath	Gelas Ukur	Pipet Tetes
		
Curve Porselen	Washing Bottle	Botol Film
		
Gelas Plastik	Nampan	Toples Plastik



Sentrifuge



Freezer



Sectio set



Cuvel falcon



Tabung reaksi



Rak tabung reaksi



Sendok plastik



Panci



Plankton net



Mortar dan alu



Hot plate



Kompor

Lampiran 2. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian



Benih ikan Lele



Pakan ikan PF 1000



Styrofoam



Kapas steril



Kasein



Reagen Nitrit



Reagen Amonia



Kertas Saring



Aquades

		
Asam Fenol disulfida	NH ₄ OH	Tisu
		
Kertas Label	Plastik Zipper	Porstex
		
Sarung Tangan	Trashbag	Larutan TCA 4%



Sampel *intestine*



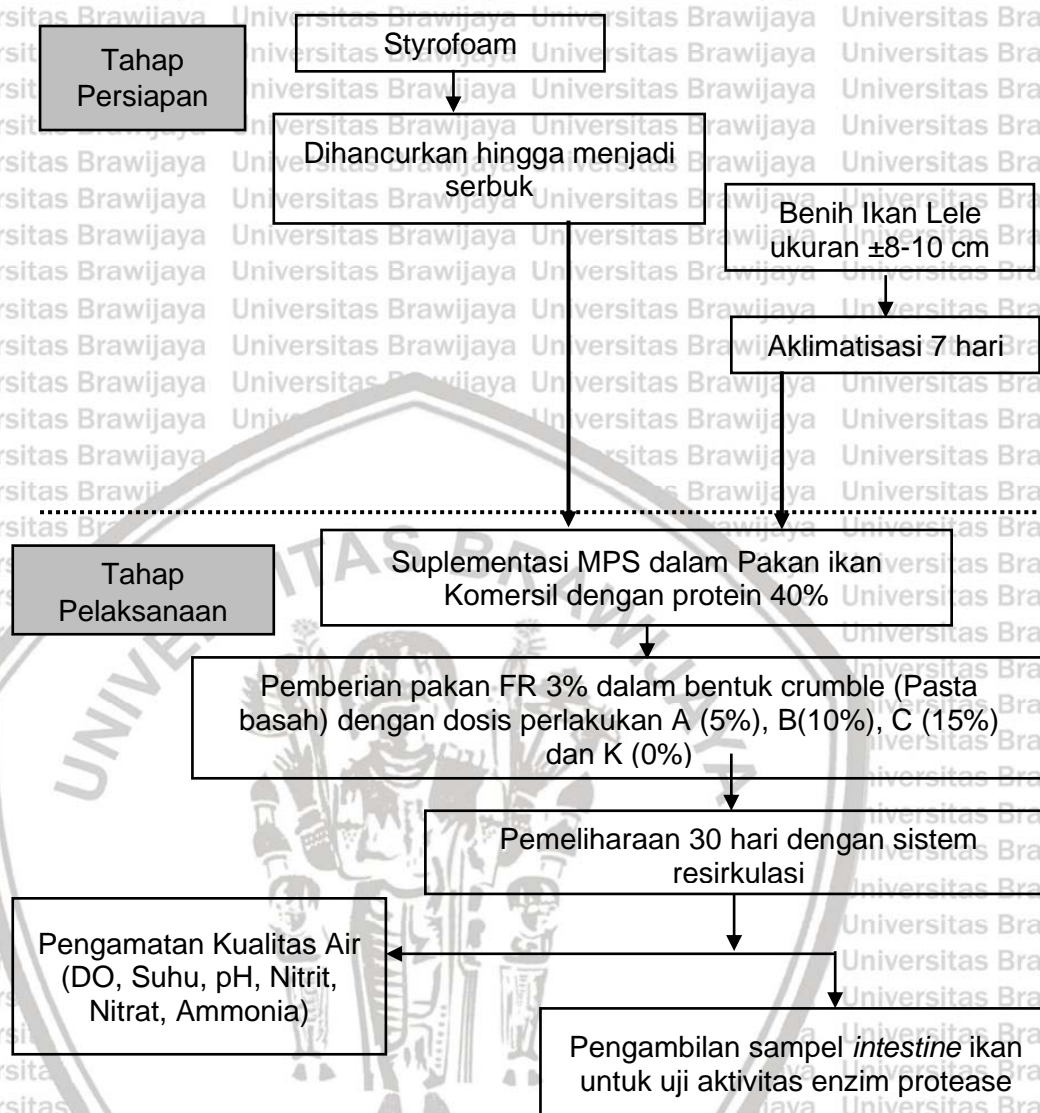
Alumunium foil



Buffer fosfat ph 7



Lampiran 3. Skema Prosedur Penelitian



Lampiran 4. Data Perhitungan Hasil Uji Aktivitas Enzim Protease Menggunakan SPSS

25

A. Data Pertama

Uji Normalitas Menggunakan SPSS 25

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Perlakuan		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
D-0	K	0,200	3	0,995	0,995	3	0,862
	A	0,253	3	0,964	0,964	3	0,637
	B	0,175	3	1,000	1,000	3	1,000
	C	0,175	3	1,000	1,000	3	1,000

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Homogenitas Menggunakan SPSS 25

Test of Homogeneity of Variances

		Levene					
		Statistic	df1	df2	Sig.		
D-0	Based on Mean	3,090	3	8	0,090		
	Based on Median	2,156	3	8	0,171		
	Based on Median and with adjusted df	2,156	3	2,831	0,280		
	Based on trimmed mean	3,032	3	8	0,093		

Descriptives

		95% Confidence Interval for Mean							
		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
D-0	K	3	0,2067	0,08021	0,04631	0,0074	0,4059	0,13	0,29
	A	3	0,1533	0,03055	0,01764	0,0774	0,2292	0,12	0,18
	B	3	0,1700	0,01000	0,00577	0,1452	0,1948	0,16	0,18

C	3	0,1600	0,01000	0,00577	0,1352	0,1848	0,15	0,17
Total	12	0,1725	0,04288	0,01238	0,1453	0,1997	0,12	0,29

Uji ANOVA Menggunakan SPSS 25

ANOVA

ANOVA								
D-0								
		Sum of Squares	df	Mean Square	F		Sig.	
Between Groups		0,005	3	0,002	0,897		0,484	
Within Groups		0,015	8	0,002				
Total		0,020	11					

B. Data Kedua

Uji Normalitas Menggunakan SPSS 25

Tests of Normality

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Perlakuan		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
D-30	K	0,232	3		0,980	3	0,726
	A	0,175	3		1,000	3	1,000
	B	0,253	3		0,964	3	0,637
	C	0,175	3		1,000	3	1,000

a. Lilliefors Significance Correction

Uji Homogenitas Menggunakan SPSS 25

Test of Homogeneity of Variances

		Levene					
		Statistic	df1		df2	Sig.	
D-30	Based on Mean	2,706	3		8	0,116	
	Based on Median	1,375	3		8	0,319	
	Based on Median and with adjusted df	1,375	3		3,097	0,397	
	Based on trimmed mean	2,610	3		8	0,124	

Descriptives								
D-30								
			Std.	Std.	95% Confidence Interval for Mean			
	N	Mean	Deviation	Error	Lower Bound	Upper Bound	Minimum	Maximum
K	3	0,0633	0,04041	0,02333	0,0371	0,1637	0,02	0,10
A	3	0,0600	0,01000	0,00577	0,0352	0,0848	0,05	0,07
B	3	0,1467	0,01528	0,00882	0,1087	0,1846	0,13	0,16
C	3	0,1100	0,01000	0,00577	0,0852	0,1348	0,10	0,12
Total	12	0,0950	0,04210	0,01215	0,0682	0,1218	0,02	0,16

Uji ANOVA Menggunakan SPSS 25

ANOVA						
D-30						
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Between Groups	0,015	3	0,005	9,914	0,005	
Within Groups	0,004	8	0,001			
Total	0,020	11				

Uji Duncan Menggunakan SPSS 25

D-30				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	
Duncan ^a	A	3	0,0600	
	K	3	0,0633	
	C	3		0,1100
	B	3		0,1467
	Sig.		0,862	0,084

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 5. Data Kualitas Air

A. Data Kualitas Air Harian

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Rabu, 6 Januari 2021	K1	27	27	5.0	5.3	6.8	6.8
	K2	27	27	4.8	4.8	6.8	6.8
	K3	25	28	5.5	5.5	6.9	6.9
	A1	27	27	4.9	4.9	6.9	6.9
	A2	27	27	4.7	4.7	6.9	6.9
	A3	26	26	6.2	5.7	6.7	6.7
	B1	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	B2	27	27	4.5	4.5	6.9	7.0
	B3	28	28	4.8	4.8	6.9	6.9
	C1	27	27	5.0	5.2	6.9	6.9
	C2	25	26	4.5	4.7	6.9	6.9
	C3	28	28	4.7	4.7	6.9	6.9
Kamis, 7 Januari 2021	K1	25	25	4.6	4.6	6.8	6.8
	K2	27	27	5.3	5.3	6.9	6.9
	K3	25	27	3.8	3.5	6.9	6.9
	A1	25	25	4.8	4.8	6.8	6.8
	A2	25	25	4.7	4.7	6.8	6.8
	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	26	27	5.9	5.9	6.9	7.0
	B2	25	27	5.5	5.5	6.8	6.8
	B3	28	28	5.8	5.8	6.9	6.9
	C1	25	25	4.4	5.2	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	26	26	5.1	4.7	6.9	6.9
Jumat, 8 Januari 2021	K1	25	25	4.2	4.2	7.0	7.0
	K2	25	25	4.8	4.8	7.0	7.0
	K3	25	25	6.0	5.1	6.9	6.9
	A1	25	25	4.3	4.3	7.0	7.0
	A2	25	25	4.8	4.8	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.1	6.9	6.9
	B1	25	25	5.9	5.3	6.9	7.0
	B2	25	27	4.7	4.9	7.0	7.0
	B3	25	25	4.9	5.2	6.9	6.9
	C1	25	26	4.8	4.8	6.9	6.9
	C2	25	25	5.0	5.0	6.9	6.9
	C3	25	27	3.9	4.1	7.0	7.0
Sabtu,	K1	25	27	5.0	5.2	6.8	6.8
	K2	25	27	4.8	4.8	6.8	6.8

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
9 Januari 2021	K3	25	25	5.5	5.2	6.9	6.9
	A1	25	25	4.9	4.9	6.9	6.9
	A2	25	25	4.7	4.7	6.9	6.9
	A3	26	26	6.2	5.3	6.7	6.7
	B1	25	27	4.8	4.8	6.9	7.0
	B2	25	25	4.5	4.8	6.9	6.9
	B3	25	25	4.8	4.8	6.9	6.9
	C1	27	28	5.0	5.0	6.9	7.0
	C2	25	27	4.5	4.5	6.9	6.9
	C3	28	25	4.7	5.1	6.9	6.9
Minggu, 10 Januari 2021	K1	27	27	4.2	4.7	6.8	6.8
	K2	27	27	4.8	4.8	6.8	6.8
	K3	25	27	6.0	6.0	6.9	6.9
	A1	27	27	4.3	4.3	6.9	6.9
	A2	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.2	6.7	6.7
	B1	27	26	5.9	5.9	6.9	7.0
	B2	27	27	4.7	4.7	6.9	6.9
	B3	28	28	4.9	4.9	6.9	6.9
	C1	27	27	4.8	4.8	6.9	7.0
Senin, 11 Januari 2021	C2	25	27	5.0	5.2	6.9	6.9
	C3	28	28	3.9	4.5	6.9	6.9
	K1	27	27	4.6	4.6	6.8	7.0
	K2	26	26	5.3	5.3	6.8	6.8
	K3	25	25	3.8	3.8	6.9	6.9
	A1	25	25	4.8	4.8	6.9	6.9
	A2	26	27	4.7	4.7	6.9	6.9
	A3	26	27	5.9	5.9	6.7	6.7
	B1	25	27	5.9	5.9	6.9	7.0
	B2	25	25	5.5	5.5	6.9	6.9
Selasa, 12 Januari 2021	B3	25	25	5.8	5.8	6.9	6.9
	C1	25	27	4.4	4.4	6.9	7.0
	C2	26	26	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	26	27	5.1	5.1	6.9	6.9
	K1	25	26	4.6	5.0	7.0	7.1
	K2	25	26	5.3	5.0	7.0	7.0
	K3	25	27	3.8	3.0	6.9	6.8
	A1	25	28	4.3	4.3	7.0	7.2
	A2	25	26	4.8	4.8	6.9	6.7
	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	25	25	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	25	27	4.7	4.7	7.0	7.0

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Rabu, 13 Januari 2021	B3	25	27	4.9	4.9	6.9	6.8
	C1	25	27	4.4	4.4	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	25	25	5.1	5.1	7.0	7.0
	K1	27	27	4.2	4.2	7.0	7.2
	K2	27	27	4.8	4.8	7.0	7.0
	K3	25	25	6	5.5	6.9	6.9
	A1	27	27	4.3	4.3	7.0	7.1
	A2	27	27	4.8	4.8	6.9	6.8
	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	27	27	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	27	27	4.7	4.7	7.0	7.0
Kamis, 14 Januari 2021	B3	28	28	4.9	4.9	6.9	6.6
	C1	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	C2	25	25	5.0	4.5	6.9	6.8
	C3	28	28	3.9	4.0	7.0	7.2
	K1	26	26	4.4	4.4	6.8	6.8
	K2	26	26	5.1	5.0	7.0	7.0
	K3	25	27	5.5	5.5	6.9	6.9
	A1	25	27	5.0	5.0	7.0	7.4
	A2	27	27	4.3	4.3	6.7	6.7
	A3	26	26	5.1	5.1	6.9	6.9
	B1	26	26	4.5	4.5	6.9	6.9
	B2	26	26	4.8	4.8	6.7	6.7
Jumat, 15 Januari 2021	B3	25	25	5.5	5.5	6.9	6.7
	C1	25	25	4.6	4.6	6.9	6.9
	C2	25	28	5.9	6.0	6.8	6.8
	C3	26	26	4.0	4.0	6.8	6.8
	K1	25	28	4.6	4.6	7.0	7.3
	K2	25	27	5.3	5.3	7.0	7.0
	K3	25	25	3.8	3.8	6.9	6.9
	A1	25	25	4.8	4.8	7.0	7.0
	A2	25	27	4.7	4.7	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	25	28	5.9	5.9	7.0	6.9
	B2	25	28	5.5	5.5	6.9	7.2
Sabtu,	B3	25	27	5.8	5.8	6.9	6.9
	C1	25	27	4.4	4.4	6.9	6.9
	C2	25	26	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	25	25	5.1	5.1	7.0	7.0
	K1	25	28	4.6	4.6	6.8	6.8
	K2	25	27	5.3	5.3	6.8	6.8

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
16 Januari 2021	K3	25	25	3.8	3.8	6.9	6.9
	A1	25	28	4.8	4.8	6.9	6.9
	A2	25	26	4.7	4.7	6.9	6.9
	A3	26	27	5.9	5.9	6.7	6.7
	B1	25	28	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	25	27	5.5	5.5	6.9	6.9
	B3	25	26	5.8	5.8	6.9	6.9
	C1	25	28	4.4	4.4	6.9	6.9
	C2	25	26	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	25	25	5.1	5.1	6.9	6.9
Minggu, 17 Januari 2021	K1	27	27	4.6	4.6	6.8	6.8
	K2	27	27	5.3	5.3	6.8	6.8
	K3	25	25	3.8	4.0	6.9	6.9
	A1	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	A2	27	27	4.7	4.7	6.9	7
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.7
	B1	27	27	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	27	27	5.5	5.5	6.9	6.8
	B3	28	28	5.8	5.8	6.9	6.7
	C1	27	27	4.4	4.4	6.9	6.9
Senin, 18 Januari 2021	C2	25	25	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	28	28	5.1	5.1	6.9	6.8
	K1	27	28	4.2	4.6	7.0	6.6
	K2	27	27	4.8	5.3	7.0	6.8
	K3	25	26	6.0	5.2	6.9	6.9
	A1	27	28	4.3	4.8	7.0	7.0
	A2	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	A3	26	27	5.9	5.5	6.9	6.9
	B1	27	26	5.9	5.9	6.9	6.8
	B2	27	27	4.7	5.5	7.0	7.5
Selasa, 19 Januari 2021	B3	28	28	4.9	5.8	6.9	7.2
	C1	27	25	4.8	4.4	6.9	6.9
	C2	25	27	5.0	5.8	6.9	6.6
	C3	28	28	3.9	5.1	7.0	7.4
	K1	25	27	4.6	5.2	7.0	7.0
	K2	25	26	5.3	5.3	7.0	7.0
	K3	25	25	3.8	4.8	6.9	7.4
	A1	25	26	4.8	4.8	7.0	7.0
	A2	25	27	4.7	4.7	6.9	6.8
	A3	26	28	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	25	26	5.9	5.9	6.9	7.5
	B2	25	25	5.5	5.5	7.0	7.0

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Rabu, 20 Januari 2021	B3	25	28	5.8	5.8	6.9	6.8
	C1	25	25	4.4	4.4	6.9	6.9
	C2	25	26	5.8	5.8	6.9	6.9
	C3	25	28	5.1	5.1	7.0	7.0
	K1	26	27	4.2	4.2	7.0	7.0
	K2	26	26	4.8	4.8	7.0	7.0
	K3	25	25	6.0	6.0	6.9	6.8
	A1	25	26	4.3	4.3	7.0	7.0
	A2	25	27	4.8	4.8	6.9	7.5
	A3	26	28	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	25	26	5.9	5.9	6.9	7.2
	B2	25	25	4.7	4.7	7.0	7.0
Kamis, 21 Januari 2021	B3	25	28	4.9	4.9	6.9	7.4
	C1	25	25	4.8	4.8	6.9	6.9
	C2	25	26	5.0	5.0	6.9	6.9
	C3	25	28	3.9	5.6	7.0	7.0
	K1	27	27	4.4	4.4	6.8	6.8
	K2	25	25	5.1	5.1	6.9	6.5
	K3	27	28	5.5	5.5	6.9	6.9
	A1	27	28	5.0	5.0	6.9	6.9
	A2	27	27	4.3	4.3	6.9	7.2
	A3	26	26	5.1	5.1	6.7	6.7
	B1	27	27	4.5	4.5	6.9	7.4
	B2	27	26	4.8	4.8	6.9	6.9
Jumat, 22 Januari 2021	B3	28	28	5.5	5.5	6.9	6.9
	C1	27	27	4.6	4.6	6.9	6.7
	C2	25	25	5.9	5.9	6.9	7.0
	C3	28	28	4.0	4.0	6.9	6.9
	K1	27	27	4.2	4.2	6.8	6.8
	K2	27	27	4.8	4.8	6.8	6.8
	K3	25	25	6.0	6.0	6.9	7.0
	A1	27	27	4.3	4.3	6.9	6.9
	A2	27	27	4.8	4.8	6.9	7.0
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.7
	B1	27	27	5.9	5.9	6.9	7.0
	B2	27	27	4.7	4.7	6.9	7.0
Sabtu,	B3	28	28	4.9	4.9	6.9	7.0
	C1	27	27	4.8	4.8	6.9	7.0
	C2	25	25	5.0	5.0	6.9	6.9
	C3	28	28	3.9	3.9	6.9	6.9
	K1	27	27	4.6	4.6	6.8	6.8
	K2	27	27	5.3	5.3	6.8	6.8

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
23 Januari 2021	K3	25	25	4.8	4.8	6.9	6.9
	A1	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	A2	27	27	4.7	4.7	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.7
	B1	27	27	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	27	26	5.5	5.5	6.9	6.9
	B3	28	28	5.8	5.8	6.9	6.9
	C1	27	27	4.4	4.4	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.8	6.9	6.9
Minggu, 24 Januari 2021	C3	28	28	5.1	5.1	6.9	6.9
	K1	25	26	4.6	4.4	6.8	6.8
	K2	25	26	5.3	5.1	7.0	6.8
	K3	25	25	3.8	5.5	6.9	6.9
	A1	25	25	4.8	5.0	7.0	6.9
	A2	25	27	4.7	4.3	6.7	6.9
	A3	26	26	5.9	5.1	6.9	6.7
	B1	25	26	5.9	4.5	6.9	6.9
	B2	25	26	5.5	4.8	6.7	6.9
Senin, 25 Januari 2021	B3	25	25	5.8	5.5	6.9	6.9
	C1	25	25	4.4	4.6	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.9	6.8	6.9
	C3	25	26	5.1	4	6.8	6.9
	K1	25	27	4.2	4.6	7.0	6.8
	K2	25	27	4.8	5.3	7.0	6.97
	K3	25	25	6.0	3.8	6.9	6.9
	A1	25	27	4.3	4.8	7.0	7.0
	A2	25	27	4.8	4.7	6.9	6.9
Selasa, 26 Januari 2021	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	25	27	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	25	27	4.7	5.5	7.0	6.7
	B3	25	28	4.9	5.8	6.9	6.9
	C1	25	27	4.8	4.4	6.9	6.9
	C2	25	25	5.0	5.8	6.9	6.8
	C3	25	28	3.9	5.1	7.0	6.8
	K1	27	25	4.2	4.2	6.8	7.0
	K2	27	25	4.8	4.8	6.9	7.0
	K3	25	25	6.0	6.0	6.9	6.9
	A1	27	25	4.3	4.3	6.8	7.0
	A2	27	25	4.8	4.8	6.8	6.9
	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	27	25	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	27	25	4.7	4.7	6.8	7.0

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Rabu, 27 Januari 2021	B3	28	25	4.9	4.9	6.9	6.9
	C1	27	25	4.8	4.8	6.9	6.9
	C2	25	25	5.0	5.0	6.9	6.9
	C3	28	25	3.9	3.9	6.9	7.0
	K1	26	27	4.6	4.2	6.8	6.8
	K2	26	27	5.3	4.8	6.8	6.9
	K3	25	25	3.8	6.0	6.9	6.9
	A1	25	27	4.8	4.3	6.9	6.8
	A2	27	27	4.7	4.8	6.9	6.8
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.9
	B1	26	27	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	26	27	5.5	4.7	6.9	6.8
Kamis, 28 Januari 2021	B3	25	28	5.8	4.9	6.9	6.9
	C1	25	27	4.4	4.8	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.0	6.9	6.9
	C3	26	28	5.1	5.0	6.9	6.9
	K1	25	25	4.2	4.6	6.8	7.0
	K2	25	25	4.8	5.3	6.8	7.0
	K3	25	25	6.0	5.8	6.9	6.9
	A1	25	25	4.3	4.5	6.9	7.0
	A2	25	25	4.8	4.7	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.9
	B1	25	25	5.9	5.9	6.9	7.0
	B2	25	25	4.7	4.8	6.9	6.9
Jumat, 29 Januari 2021	B3	25	25	4.9	5.0	6.9	6.9
	C1	25	25	4.8	4.4	6.9	6.9
	C2	25	25	5.0	5.1	6.9	7.0
	C3	25	25	4.5	5.1	6.9	6.9
	K1	25	27	4.4	4.2	6.8	6.8
	K2	25	27	5.1	4.8	6.8	6.8
	K3	25	25	5.5	5.5	6.9	6.9
	A1	25	27	5.0	4.8	6.9	6.9
	A2	25	27	4.3	4.5	6.9	6.9
	A3	26	26	5.1	5.2	6.7	6.7
	B1	25	27	4.5	4.8	6.9	6.9
	B2	25	27	4.8	4.7	6.9	6.9
Sabtu, 30 Januari 2021	B3	25	28	5.5	5.3	6.9	6.9
	C1	25	27	4.6	4.8	6.9	6.9
	C2	25	25	5.9	5.6	6.9	6.9
	C3	25	28	4.0	3.9	6.9	6.9
Minggu, 31 Januari 2021	K1	27	26	4.2	4.2	6.8	6.9
	K2	27	26	4.8	4.8	6.8	6.8

Hari, Tanggal Perlakuan		Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
30 Januari 2021	K3	25	25	6.0	6.0	6.9	6.5
	A1	27	25	4.3	4.3	6.9	6.7
	A2	27	27	4.8	4.8	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.4
	B1	27	26	5.9	5.2	6.9	6.8
	B2	27	26	4.7	4.7	6.9	6.9
	B3	28	25	4.9	4.8	6.9	6.9
	C1	27	25	4.8	4.8	6.9	6.7
	C2	25	25	5.0	4.0	6.9	6.0
Minggu, 31 Januari 2021	C3	28	26	3.9	3.9	6.9	6.9
	K1	25	27	4.6	4.6	7.0	7.0
	K2	25	26	5.3	5.3	7.0	6.5
	K3	25	25	3.8	3.8	6.9	6.9
	A1	25	25	4.8	4.8	7.0	6.7
	A2	25	28	4.7	4.7	6.9	6.4
	A3	26	26	5.9	5.9	6.9	6.9
	B1	25	26	5.9	5.9	6.9	6.3
	B2	25	27	5.5	5.6	7.0	7.0
Senin, 1 Februari 2021	B3	25	25	5.8	5.5	6.9	6.9
	C1	25	26	4.4	4.4	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.8	6.9	6.8
	C3	25	25	5.1	5.1	7.0	6.9
	K1	27	26	4.6	4.4	6.8	6.8
	K2	27	27	5.3	5.1	6.9	6.9
	K3	25	25	3.8	5.5	6.9	6.7
	A1	27	25	4.8	5.0	6.8	6.8
	A2	27	27	4.7	4.3	6.8	6.8
Selasa, 2 Februari 2021	A3	26	26	5.9	5.1	6.9	6.6
	B1	27	26	5.9	4.5	6.9	6.9
	B2	27	27	5.5	4.8	6.8	6.8
	B3	28	25	5.8	5.5	6.9	7.0
	C1	27	26	4.4	4.6	6.9	6.9
	C2	25	25	5.8	5.9	6.9	6.9
	C3	28	27	5.1	4.0	6.9	6.8
	K1	25	25	4.6	4.2	6.8	6.8
	K2	25	25	5.3	4.8	6.8	6.5
	K3	25	25	3.8	6.0	6.9	6.7
	A1	25	25	4.8	4.3	6.9	6.9
	A2	25	25	4.7	4.8	6.9	6.9
	A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.7
	B1	25	25	5.9	5.9	6.9	6.9
	B2	25	25	5.5	4.7	6.9	6.9

Hari, Tanggal Perlakuan	Suhu (°C)		DO (ppm)		pH	
	Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
B3	25	25	5.8	4.9	6.9	6.8
C1	25	25	4.4	4.8	6.9	7.0
C2	25	25	5.8	5.0	6.9	6.9
C3	25	25	5.1	3.9	6.9	6.9
K1	27	25	4.2	4.2	6.8	6.8
K2	27	25	4.8	4.8	6.8	6.8
K3	25	25	6.0	5.7	6.9	6.3
A1	27	25	4.3	4.3	6.9	6.9
A2	27	25	4.8	4.8	6.9	6.9
A3	26	26	5.9	5.9	6.7	6.7
B1	27	25	5.9	5.9	6.9	6.9
B2	27	25	4.7	4.7	6.9	6.5
B3	28	25	4.9	4.9	6.9	6.8
C1	27	25	4.8	4.8	6.9	6.9
C2	25	25	5.0	5.0	6.9	6.9
C3	28	25	3.9	3.9	6.9	6.7
K1	27	27	4.4	4.3	6.8	6.7
K2	27	27	5.1	5.0	6.8	6.8
K3	25	25	5.5	5.3	6.9	6.9
A1	27	27	5.0	4.8	6.9	6.9
A2	27	27	4.3	4.3	6.9	6.9
A3	26	26	5.1	5.0	6.7	6.7
B1	27	27	4.5	4.5	6.9	6.8
B2	27	27	4.8	4.8	6.9	6.6
B3	28	28	5.5	5.5	6.9	6.9
C1	27	27	4.6	4.8	6.9	6.9
C2	25	25	5.9	6.0	6.9	6.9
C3	28	28	4.0	4.2	6.9	6.9

B. Data Kualitas Air Mingguan

Minggu (Hari, Tanggal)	Perlakuan	Amonia (ppm)	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)
Minggu Pertama (Rabu, 6 Januari 2021)	K1	0	0.16	0.06
	K2	0	0.18	0.08
	K3	0	0.20	0.08
	A1	0	0.21	0.19
	A2	0	0.22	0.14
	A3	0	0.22	0.15
	B1	0	0.21	0.12
	B2	0	0.17	0.13

Minggu (Hari, Tanggal)	Perlakuan	Amonia (ppm)	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)
Minggu Pertama (Rabu, 13 Januari 2021)	B3	0	0.20	0.19
	C1	0	0.11	0.10
	C2	0	0.12	0.02
	C3	0	0.14	0.09
	K1	0	0.15	0.08
	K2	0	0.17	0.07
	K3	0	0.20	0.80
	A1	0	0.19	0.19
	A2	0	0.22	0.15
	A3	0	0.20	0.14
	B1	0	0.19	0.12
	B2	0	0.20	0.14
Minggu Kedua (Rabu, 20 Januari 2021)	B3	0	0.21	0.19
	C1	0	0.11	0.08
	C2	0	0.13	0.02
	C3	0	0.14	0.09
	K1	0	0.16	0.08
	K2	0	0.18	0.05
	K3	0	0.20	0.06
	A1	0	0.21	0.12
	A2	0	0.22	0.14
	A3	0	0.22	0.15
	B1	0	0.21	0.12
	B2	0	0.17	0.14
Minggu Ketiga (Rabu, 27 Januari 2021)	B3	0	0.20	0.13
	C1	0	0.11	0.05
	C2	0	0.12	0.10
	C3	0	0.14	0.07
	K1	0	0.17	0.064
	K2	0	0.18	0.08
	K3	0	0.23	0.09
	A1	0	0.22	0.15
	A2	0	0.21	0.12
	A3	0	0.21	0.16
	B1	0	0.18	0.12
	B2	0	0.19	0.13
Minggu Keempat (Rabu, 27 Januari 2021)	B3	0	0.15	0.18
	C1	0	0.11	0.10
	C2	0	0.11	0.02
	C3	0	0.15	0.08
	K1	0	0.17	0.05

Minggu (Hari, Tanggal)	Perlakuan	Amonia (ppm)	Nitrit (ppm)	Nitrat (ppm)
Minggu Kelima (Kamis, 4 Februari 2021)	K2	0	0.15	0.15
	K3	0	0.23	0.30
	A1	0	0.22	0.20
	A2	0	0.21	0.023
	A3	0	0.22	0.14
	B1	0	0.09	0.14
	B2	0	0.21	0.15
	B3	0	0.15	0.12
	C1	0	0.52	0.02
	C2	0	0.06	0.10
	C3	0	0.17	0.08

